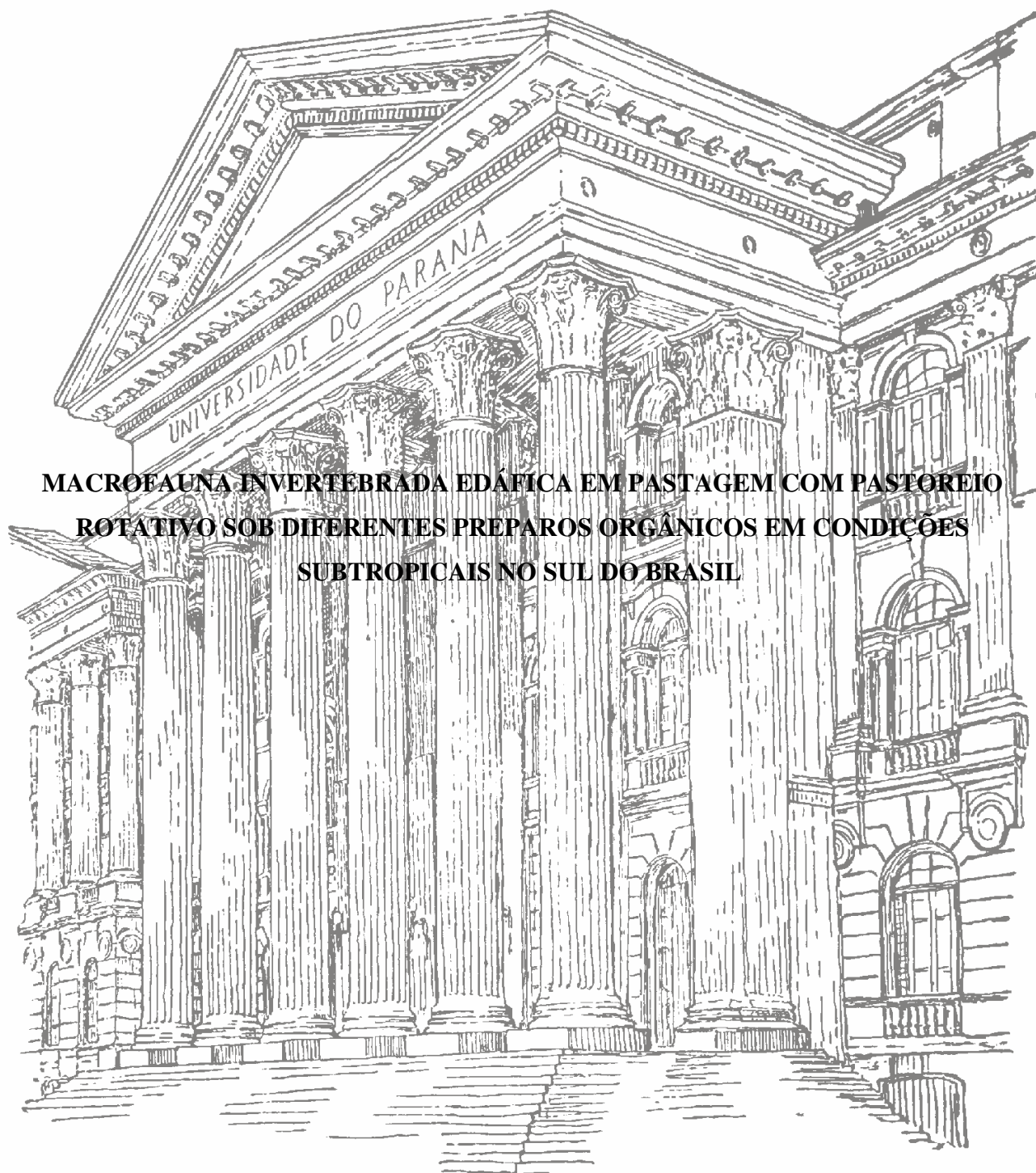


LEILA AUBRIFT KLENK



**MACROFAUNA INVERTEBRADA EDÁFICA EM PASTAGEM COM PASTOREIO
ROTATIVO SOB DIFERENTES PREPAROS ORGÂNICOS EM CONDIÇÕES
SUBTROPICAIS NO SUL DO BRASIL**

**CURITIBA
2010**

LEILA AUBRIFT KLENK

**MACROFAUNA INVERTEBRADA EDÁFICA EM PASTAGEM COM PASTOREIO
ROTATIVO SOB DIFERENTES PREPAROS ORGÂNICOS EM CONDIÇÕES
SUBTROPICAIS NO SUL DO BRASIL**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ciência do Solo, Área de Concentração em Biologia do
Solo, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade
Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção
do grau de Mestre em Ciência do Solo.**

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Vargas Motta

**Co-orientadores: Profa. Dra. Maria Aparecida C.
Zawadneak
Prof. Dr. Jair Alves Dionísio**

**CURITIBA
2010**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO(MESTRADO)
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-3350-5648
Página: www.pgcisolo.agrarias.ufpr.br/
E-mail: pgcisolo@ufpr.br

PARECER

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **LEILA AUBRIFF KLENK**, sob o título: "**Macrofauna invertebrada edáfica em pastagem com pastoreio rotativo sob diferentes preparos orgânicos em condições subtropicais no Sul do Brasil**", requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo – Área de Concentração: Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haverem analisado o referido trabalho e arguido a candidata, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Ciência do Solo - Área de Concentração: "Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas Pedologia"**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, em Curitiba, 13 de julho de 2010.

Prof. Dr. Antonio Carlos Vargas Motta, Presidente.

Prof. Dr. Amarildo Pasini, Iº. Examinador.

Profa. Dra. Maria Aparecida Cassilha Zawadneak, Iª. Examinadora.



Dedico aos agricultores familiares, produtores de alimentos: razão do meu trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto EMATER e aos meus colegas, pela oportunidade, pelo apoio e incentivo.

À Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade.

Ao professor Antonio Carlos Vargas Motta, meu orientador, pela orientação e amizade.

À professora Maria Aparecida Cassilha Zawadneak, pela valiosa orientação, pelos ensinamentos, sugestões, apoio e dedicação em todos os momentos, encorajando e confiando com otimismo e amizade.

Ao professor George Brown, pela boa vontade em ensinar, sugerir e orientar.

Ao Éder David Borges, pelas análises estatísticas e pela boa vontade em ajudar.

À Ana Simone Richter, engenheira agrônoma do CPRA, sempre disposta a ajudar, colocando-se a serviço, pela presença, pelo tempo dedicado, ensinamentos, apoio e amizade.

Ao professor Amarildo Pasini, por aceitar gentilmente compor a banca de defesa da dissertação e pelas valiosas contribuições.

Ao CPRA – Centro Paranaense de Referência em Agroecologia, por ceder o campo de experimentação, e aos seus funcionários, pela mais que valiosa ajuda na coleta.

Ao SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Paraná, por ter fornecido, prontamente, os dados meteorológicos do período estudado.

Ao Departamento de Patologia Básica, do Setor de Ciências Biológicas da UFPR, pela cessão da fauna

Aos funcionários do CPRA, Angelo Aparecido, Celso Luiz, Cleiton Luiz, Everton, Gervásio, Rosalvo Guilherme, que, com ânimo e presteza, ajudaram na cansativa tarefa de coletar os monólitos de solo.

Aos estagiários da professora Maria Aparecida, Taciana Melissa, Heloise Anne, Joselia Maria, Emily, Claudia, Alessandra e Alex, pela grande ajuda na triagem e na classificação.

Ao Angélico Asenjo, pelo apoio na classificação de coleópteros.

À dona Elda, do laboratório.

À bibliotecária Simone Amadeo pelo apoio.

Às colegas do mestrado, Patrícia e Andressa, pela ajuda e confiança.

Ao meu marido Luiz, às minhas filhas Alice e Cecília, pela compreensão quanto ao tempo que deixei de dedicar a vocês, pelo apoio, compreensão e amor.

À minha mãe Rachel, às minhas irmãs Lorena, Lêda e Lenise, aos meus cunhados e sobrinhos, pela presença, preocupação e incentivo constantes.

Ao tio Roma (*in memoriam*), por aceitar o tempo que tomei de nossa convivência para estudar e por sua generosidade em entender.

A Deus, pela energia que me impulsiona, pela Luz que me orienta.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - FOTO DA ÁREA EXPERIMENTAL – CENTRO PARANAENSE DE REFERÊNCIA EM AGROECOLOGIA – CPRA – MAIO 2009.....	16
FIGURA 2 - PRECIPITAÇÃO (mm) E TEMPERATURA (°C) NO PERÍODO DA COLETA DOS DADOS – SETEMBRO DE 2008 A SETEMBRO DE 2009	18
FIGURA 3a - ÁREA EXPERIMENTAL SUBDIVIDIDA EM PIQUETES, CORREDOR CENTRAL E ANIMAIS	19
FIGURA 3b - ASPECTO DA PASTAGEM: VERÃO (MARÇO 2009) E INVERNO (SETEMBRO 2009).....	19
FIGURA 4 - CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL COM PIQUETES NUMERADOS	20
FIGURA 5 – PROCEDIMENTOS DE COLETA PARA AVALIAÇÃO DA MACROFAUNA	22
FIGURA 6 – TRIAGEM DA MACROFAUNA EDÁFICA EM BANDEJAS.....	23
FIGURA 7 - DIVERSIDADE DE GRUPOS DE INVERTEBRADOS DA MACROFAUNA EDÁFICA EM PASTAGEM SOB MANEJO ORGÂNICO – PINHAIS, 2008/2009.....	25
FIGURA 8 - LARVA DE COLEOPTERO EM PASTAGEM SOB MANEJO ORGÂNICO. PINHAIS, 2008/2009.....	26
FIGURA 9 - ADULTO DE <i>Osorius</i> sp. (COLEOPTERA: Staphylinidae) EM PASTAGEM SOB MANEJO ORGÂNICO – PINHAIS, 2008/2009.....	26
FIGURA 10 - FORMIGAS, COLEÓPTEROS ADULTOS E MINHOCAS EM PASTAGEM SOB MANEJO ORGÂNICO. PINHAIS, 2008/2009.....	27
FIGURA 11 CUPINS NO SOLO EM PASTAGEM SOB MANEJO ORGÂNICO. PINHAIS, 2008/2009.....	27
FIGURA 12 - OLIGOQUETAS: MINHOCAS E ENQUITREÍDEOS EM PASTAGEM SOB MANEJO ORGÂNICO – PINHAIS, 2008/2009.....	28
FIGURA 13 – ENQUITREÍDEOS EM PASTAGEM SOB MANEJO ORGÂNICO PINHAIS, 2008/2009.	28
FIGURA 14 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA ENTRE OS TRATAMENTOS E OS PRINCIPAIS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MACROFAUNA EDÁFICA – PINHAIS, 2009.....	35

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO NA PROFUNDIDADE DE 0-20 cm, VALORES MÉDIOS DE DUAS ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO.....	17
TABELA 2 - GRUPOS FUNCIONAIS, DENSIDADE RELATIVA (NÚMERO TOTAL DE ORGANISMOS, %) E (NÚMERO DE ORGANISMOS DA MACROFAUNA EDÁFICA (POR m ²) EM DIFERENTES ÉPOCAS E DIFERENTES TRATAMENTOS – PINHAIS (PR), 2008-2009	29
TABELA 3 - PRINCIPAIS GRUPOS TAXONÔMICOS, DENSIDADE E RIQUEZA DA MACROFAUNA EDÁFICA ASSOCIADA A DIFERENTES TRATAMENTOS E ÉPOCAS – PINHAIS, 2009	31
TABELA 4 - DENSIDADE MÉDIA DA MACROFAUNA EDÁFICA TOTAL E DAS QUATRO ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO NAS PROFUNDIDADES DE 0-10 cm E 10-20 cm – PINHAIS, 2009	33
TABELA 5 - ÍNDICES DE DIVERSIDADE DA MACROFAUNA DO SOLO (SHANNON, PIELOU E RIQUEZA) OBTIDOS DURANTE O PERÍODO DE ANÁLISE (PRIMAVERA, VERÃO, OUTONO E INVERNO) E ENTRE OS TRATAMENTOS BIODINÂMICO (BD), <i>EMBIOTIC</i> ® (EM) E TESTEMUNHA (T) – PINHAIS, 2009	34
TABELA 6 - ANÁLISE BROMATOLÓGICA – MATÉRIA SECA, PROTEÍNA BRUTA, FIBRA DETERGENTE NEUTRA (FDN) E FIBRA DETERGENTE ÁCIDA (FDA) – MÉDIA DE TRÊS AMOSTRAS, SOMATÓRIO DAS COLETAS – AGOSTO/SETEMBRO, SETEMBRO/OUTUBRO, OUTUBRO/NOVEMBRO DE 2008	36
TABELA 7 - ANÁLISE BROMATOLÓGICA – MATÉRIA SECA, PROTEÍNA BRUTA, FIBRA DETERGENTE NEUTRA (FDN) E FIBRA DETERGENTE ÁCIDA (FDA) – MÉDIA DE 3 AMOSTRAS, SOMATÓRIO DAS COLETAS – AGOSTO/SETEMBRO; SETEMBRO/OUTUBRO; OUTUBRO/NOVEMBRO DE 2009	36
TABELA 8 - DENSIDADE (ORGANISMOS m ⁻²) E RIQUEZA (NÚMERO DE GRUPOS) DA MACROFAUNA EDÁFICA EM DIFERENTES SISTEMAS DE PASTAGEM E EM DIFERENTES LOCALIDADES	38
TABELA 9 - DENSIDADE (ORGANISMOS m ⁻²) DE OLIGOQUETOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE PASTAGEM	41

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1 INTRODUÇÃO	12
2 MATERIAL E MÉTODOS	16
2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	16
2.2 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO	17
2.3 DADOS METEOROLÓGICOS	17
2.4 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	18
2.5 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA PASTAGEM	21
2.6 AVALIAÇÃO DA MACROFAUNA	21
2.7 ÍNDICES DE AVALIAÇÃO DA MACROFAUNA	23
2.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA	24
3 RESULTADOS	25
3.1 PRINCIPAIS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MACROFAUNA DO SOLO	25
3.1.1 Insecta	26
3.1.2 Annelida	28
3.2 DENSIDADE E RIQUEZA	29
3.3 ÍNDICES DE DIVERSIDADE	34
3.4 PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA PASTAGEM	36
4 DISCUSSÃO	37
5 CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS	47
ANEXO	53

RESUMO

Apesar da importância da macrofauna invertebrada edáfica para o funcionamento do ecossistema, ainda faltam pesquisas a este respeito no Brasil, principalmente em sistemas orgânicos. Este estudo teve o objetivo de avaliar a densidade e riqueza da macrofauna edáfica em área do sul do Brasil com dois a três anos de estabelecimento de pastagem, sob sistema orgânico e pastoreio rotativo, submetida a três tratamentos (preparados Biodinâmicos, *Embiotic*® e testemunha), duas profundidades do solo e quatro épocas de amostragem.

As avaliações foram realizadas em quatro épocas distintas: dezembro 2008, março 2009, junho 2009 e setembro 2009, conforme o método recomendado pelo programa “Tropical soil Biology and Fertility” (TSBF). As maiores densidades foram encontradas no início de setembro 2009, com média entre os tratamentos de 3904 organismos por metro quadrado, seguido do início de março 2009, com média de 3075 organismos por metro quadrado. O número de grupos identificados variou de 12 a 18 em função do tratamento e época estudada. Foram encontrados 18 grupos distintos, com diversidade de grupos funcionais, sendo que formigas, cupins, coleópteros, minhocas e enquitreídeos apresentaram maior densidade. Não foi encontrada diferença significativa na qualidade da pastagem entre os tratamentos. A densidade total da macrofauna edáfica não foi influenciada pelos tratamentos utilizados, com pequena variação dentro das diferentes épocas estudadas. A densidade dos grupos encontrados variou de acordo com a época e tratamento.

Palavras-chave: Pastoreio rotativo; Preparados Biodinâmicos; *Embiotic*®; Índices ecológicos.

ABSTRACT

Despite the importance of soil macrofauna to ecosystem functioning, there are still few researches in this respect in Brazil, especially in organic systems. This study aimed to evaluate the density and richness of soil macrofauna in a southern area of Brazil with two to three years of establishment of pasture, under organic systems and rotational grazing, subjected to three treatments (Biodynamic preparations, Embiotic® and control), two soil depths and four sampling dates.

The evaluations were conducted in four distinct seasons: December 2008, March 2009, June 2009 and September 2009, according to the method recommended by the "Tropical Soil Biology and Fertility" (TSBF). The highest densities were found in September 2009, with an average between the treatments of 3.904 organisms per square meter, followed by March 2009, with an average of 3.075 organisms per square meter. The number of groups identified ranged from 12 to 18 depending on treatment and period studied. The research found 18 distinct groups with a diversity of functional groups, most of which are ants, termites, beetles, earthworms and enchytraeids. There was no significant difference in pasture quality among treatments. The total density of soil macrofauna was not affected by treatments, with little variation within the different periods studied. The density of groups found varied according to season and treatment.

Keywords: rotational grazing; Biodynamic preparations; Embiotic®; ecological indexes.

1 INTRODUÇÃO

A meso e a macrofauna do solo incluem grande variedade de formas biológicas distintas, de diferentes ordens. A macrofauna, que compreende organismos visíveis a olho nu, com mais de 2 mm de diâmetro corporal, é representada por mais de 20 grupos taxonômicos, entre eles cupins, formigas, minhocas, besouros, tatuzinhos, aranhas, centopeias, piolhos-de-cobra, baratas, tesourinhas, grilos, caracóis, escorpiões, percevejos, cigarras e larvas de mosca e de mariposas (LAVELLE e SAPIN, 2001; MELO *et al.*, 2009). Esses organismos desempenham um papel chave no funcionamento do ecossistema, pois ocupam diferentes níveis tróficos dentro da cadeia alimentar do solo, podendo modificar o seu ambiente através da participação nos ciclos biogeoquímicos e da contribuição para o desenvolvimento estrutural do solo (SILVA, 2006).

A fauna do solo está intimamente relacionada a processos importantes na manutenção da produtividade do sistema, entre eles a decomposição e a ciclagem de nutrientes. Os organismos da macrofauna podem modificar o ambiente físico e químico onde vivem; principalmente os cupins, as formigas, as minhocas e as larvas de coleópteros que são denominados “engenheiros do ecossistema” (JONES, 1994; LAVELLE *et al.*, 1997; MELO *et al.*, 2009; JOUQUET, 2006). De outra forma, a fauna do solo pode ser influenciada pelas características físicas, químicas e biológicas do solo (CORREIA, 2002; MELO *et al.*, 2009; MERLIM *et al.*, 2006). Os distúrbios induzidos por atividades antrópicas e naturais ao solo e à sua cobertura vegetal alteram a distribuição da fauna do solo à medida que transformam a disponibilidade de recursos alimentares, modificando as interações ecológicas intra e interespecíficas (MELO *et al.*, 2009).

As alterações na macrofauna podem ser avaliadas quanto aos aspectos quantitativo (abundância, densidade e riqueza) e qualitativo (diversidade) dos organismos edáficos; ambos têm sido usados como potenciais bioindicadores da qualidade do solo, fornecendo uma noção do seu estado atual e de mudanças induzidas por fatores bióticos e abióticos ao longo do tempo (MELO *et al.*, 2009). A diversidade é desejada, pois o desequilíbrio dos diferentes grupos pode resultar em consequências impactantes, como a explosão de pragas ou a destruição da estrutura física do solo e, por conseguinte, perda da fertilidade e da capacidade produtiva (BROWN, 2001).

Além da avaliação quantitativa e qualitativa da macrofauna edáfica, pode ser efetuada a análise dos seus índices ecológicos, como o de Shanon (diversidade) e o de Pielou (uniformidade ou equitabilidade) (ODUM, 1983), comparando-se as comunidades de diferentes áreas de coleta. A diversidade de espécies está associada a uma relação entre o número de espécies (riqueza de espécies) e a distribuição do número de indivíduos entre as espécies (equitabilidade) (WALKER,

1989). De acordo com MELO (2008), o índice de Pielou e a riqueza, que avaliam aspectos diferentes da diversidade, apresentam bom padrão de resposta para comparações de diferentes situações ambientais.

A diversidade e a uniformidade da macrofauna foram estudadas por Dias *et al.* (2006) e Dias *et al.* (2007), os quais constataram que a presença de leguminosas em pastagem favorece a diversidade do solo, ao passo que o sistema de plantio convencional reduz a diversidade e a uniformidade. O índice de equitabilidade e a riqueza foram empregados por Menezes *et al.* (2009) em estudos da macrofauna edáfica em diferentes estágios sucessionais de floresta e pastagem. De forma semelhante, Silva (2006) separou diferentes sistemas de produção utilizando como indicador a diversidade de grupos da macrofauna. Quando Santos (2008) comparou diferentes coberturas de solo e usou a densidade da fauna de solo como indicador, encontrou maior densidade de macrofauna nas áreas sob plantio com leguminosas.

Estudando a abundância da macrofauna (número de indivíduos por metro quadrado), Giracca (2008) verificou que organismos edáficos são fortemente influenciados pela época de coleta, sendo maior a incidência no verão, mas sem sofrer alteração por diferentes dosagens e modos de aplicação de calcário. Da mesma forma, Moço *et al.* (2005) verificaram que as épocas de coleta influenciam a variação de densidade de fauna, riqueza de espécies, índice de Shannon e índice de Pielou, sendo que a maior variação foi verificada em abundância de espécies.

Dentro dos diferentes grupos de macrorganismos edáficos, a minhoca tem se mostrado um excelente indicador da qualidade do solo. Tanck (2000) constatou que o uso da densidade populacional de minhocas permitiu nítida separação entre sistema de plantio direto e plantio convencional. Bartz *et al.* (2009) constataram que sistemas orgânicos de cultivo favorecem a diversidade, a densidade populacional e a biomassa das comunidades de minhocas, comparando-se com o plantio convencional de produção de café, indica ser uma boa ferramenta para avaliação de práticas agrícolas.

O sistema de produção orgânico, com suas diferentes correntes, entre elas a agricultura natural e a biodinâmica, aparece como alternativa no desenvolvimento de um sistema de produção agropecuário produtivo, ambientalmente correto, socialmente justo e que garanta alimentos saudáveis e de qualidade. Nesse sistema, que propõe o restabelecimento do equilíbrio ambiental, o solo é visto como um organismo vivo (DAROLT, 2000; KHATOUNIAN, 2001; ALTIERI, 2002).

Durante a transição do sistema convencional para o sistema orgânico, o solo e o ambiente ainda se encontram desequilibrados. Para auxiliar o processo de reequilíbrio, é comum o uso de preparados orgânicos, entre eles os Biodinâmicos e os microrganismos eficientes – *Embiotic*®.

A agricultura orgânica, biodinâmica e natural não usa nenhum produto químico sintético, sejam fertilizantes ou agrotóxicos. Em vez disso, enfatizam a edificação do solo com adição de matéria orgânica animal e uso de adubos verdes, rotação e diversificação de culturas e pecuária. O sistema Biodinâmico, além disso, acrescenta preparações específicas para os solos, culturas e compostos, os chamados preparados biodinâmicos. Visam à melhoria do solo, estimular o processo de compostagem e o desenvolvimento e qualidade das plantas. Oito preparados, nomeados pelos ingredientes ou pelo número (500 a 508) e Fladen, são elaborados a partir de substâncias minerais (quartzo - sílica), animais (chifre, esterco) e vegetais (*Achillea millefolium* - mil folhas, *Matricaria chamomilla* - camomila, *Urtiga dioica* - urtiga, *Taraxacum officinale* - dente de leão, *Valeriana officinalis* - valeriana, *Equisetum arvense* - cavalinha), e fundamentados numa perspectiva energética. Eles apresentam diferentes funções, de acordo com a base que lhes dá origem, atuam na planta e no solo, tendo também a influência de fatores cósmicos, como da lua e planetas. Foram idealizados pelo austríaco Dr. Rudolf Steiner, em 1924 (DAROLT, 2000, HERMÍNIO, 2000). Os microrganismos eficientes (EM) são usados na agricultura natural e seu uso difundido pela Igreja Messiânica. Possuem a fórmula detida pelo fabricante e são produzidos no Brasil pela Korin, com o nome comercial *Embiotic*®. São usados como inoculantes microbiológicos para solo, planta e composto (HIGA, 1994). O *Embiotic*® - microrganismos eficientes - é uma suspensão na qual coexistem mais de 10 gêneros e 80 espécies de microrganismos, dentre os quais, fungos filamentosos, actinomicetos, bactérias produtoras de ácido láctico e leveduras. São chamados de microrganismos eficazes porque agem diretamente no solo, fazendo com que a sua capacidade natural tenha plena ação (FORNARI, 2002). O estudo a respeito da ação desses produtos no apoio ao equilíbrio buscado é ainda incipiente no Brasil, principalmente em pastagem – atualmente, a principal cultura em termos de área, com mais de 65% das terras em uso.

Pinheiro Machado (2004) indicou que o desenvolvimento dinâmico da vida do solo, chamada de biocenose, pode ser observado pela evolução da fauna do solo no sistema. O autor afirma que quanto mais intensa a atividade biológica, mais rico é o solo, mais saudáveis as plantas e mais saudáveis os animais que delas se alimentam. O solo de uma pastagem bem manejado tende a ter uma atividade biológica intensa e heterogênea, resultado do incremento da matéria orgânica. O estudo da macrofauna do solo desse sistema é um indicador do estado da evolução do desenvolvimento da vida do solo.

No Brasil, apesar da importância que a macrofauna edáfica apresenta para o funcionamento do ecossistema, o número de trabalhos a respeito das funções que ela exerce e da sua caracterização

ainda é restrito, principalmente se considerarmos a área e a diversidade de ecossistemas existentes no país (MELO *et al.*, 2009).

Este trabalho teve o objetivo de avaliar a densidade e a riqueza da macrofauna edáfica, em área com dois a três anos de estabelecimento de pastagem, sob o sistema orgânico e o pastoreio rotativo, submetidos a três tratamentos, duas profundidades do solo e quatro épocas de amostragem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O trabalho foi realizado no Centro Paranaense de Referência em Agroecologia – CPRA, no município de Pinhais, PR, região metropolitana de Curitiba (25°23'30"S de latitude e 49°07'30" W de longitude) (figura 1). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfb, clima temperado propriamente dito; a temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C, sem estação seca definida; precipitação média anual de 1400 mm (IAPAR, 2010).



FIGURA 1 - FOTO DA ÁREA EXPERIMENTAL – CENTRO PARANAENSE DE REFERÊNCIA EM AGROECOLOGIA –CPRA – MAIO 2009

A região de Pinhais está situada no Planalto Sedimentar do Primeiro Planalto Paranaense, localizado entre as Escarpas Devonianas do Purunã e as Escarpas da Serra do Mar. O Planalto Sedimentar é formado por relevo suave, com vertentes de baixa declividade e topos situados a altitudes em torno de 900 metros, suportados, principalmente, por sedimentos da Formação Guabirota e marcados por amplas planícies aluviais (BIGARELLA e SALAMUNI, 1962).

2.2 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo, com alta fertilidade de caráter antrópico, rico em matéria orgânica, com altos níveis de fósforo, cálcio, magnésio e potássio. A saturação de bases é superior a 50% e o pH não limitante (tabela 1).

A caracterização química do solo foi feita em dezembro de 2008 e agosto de 2009, retirando-se amostras de solo a uma profundidade de 20 cm, em cada um dos tratamentos e repetições (10 subamostras por repetição), para levantamento dos atributos químicos: pH, matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial e alumínio. A análise foi efetuada no laboratório de análise química do IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná. Os resultados médios estão na tabela 1, sendo representados por: pH em CaCl_2 0,01 M, indicando a acidez ativa utilizando relação solo solução (1:2,5); Al – acidez trocável ou Al trocável extraído por KCl 1M e determinado por titulação com NaOH; (H + Al) – acidez potencial até pH 7,0; Ca e Mg trocável extraído por KCl 1M e determinado por absorção atômica; K e P extraídos por solução de Mehlich I e determinados por fotometria de chama e espectrofotometria, respectivamente; C determinado por Walk-Black; e S – soma de base e CTC – CTC a pH 7,0 e V – saturação de base, calculados a partir de $S = \text{Ca} + \text{Mg} + \text{K}$, $\text{CTC} = S + (\text{H} + \text{Al})$ e $V = (S/\text{CTC}) \cdot 100$.

TABELA 1 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO NA PROFUNDIDADE DE 0-20 cm, VALORES MÉDIOS DE DUAS ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO - 2008 e 2009

cmol _c dm ⁻³									mg dm ⁻³	g dm ⁻³	%
Tratamentos	pH (CaCl ₂)	Al ³⁺	H+Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²	K ⁺	S	CTC	P	C	V
T	4,86	0,35	8,22	7,16	3,76	0,42	12,04	19,56	10,56	29,45	58
EM	5,28	0,21	6,29	8,61	4,80	0,54	12,64	20,24	11,45	34,49	67
BD	5,05	0,26	6,99	7,25	3,79	0,69	11,72	18,71	16,85	30,67	61

2.3 DADOS METEOROLÓGICOS

Os dados meteorológicos foram obtidos no Instituto Tecnológico SIMEPAR, a partir de informações da Estação Meteorológica de Pinhais (PR), que está situada ao lado do Centro Paranaense de Agroecologia (figura 2). Os dados meteorológicos referentes aos 15 dias que antecederam a coleta são apresentados no anexo 1.

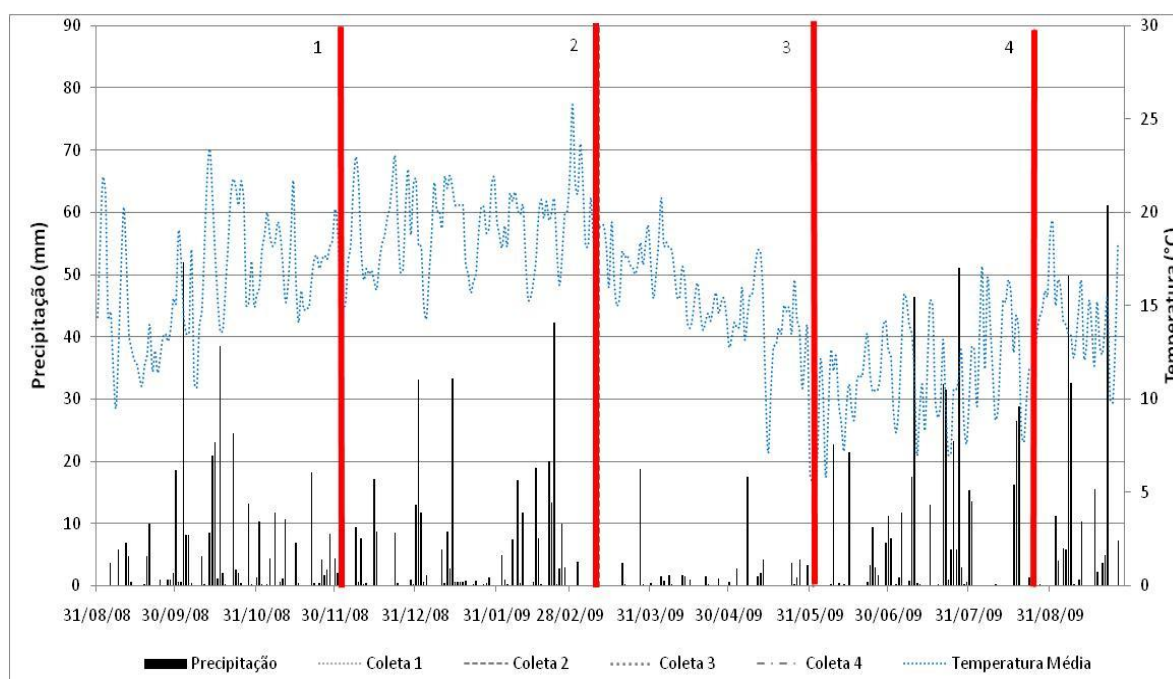


FIGURA 2 - PRECIPITAÇÃO (mm) E TEMPERATURA (°C) NO PERÍODO DA COLETA DOS DADOS – SETEMBRO DE 2008 A SETEMBRO DE 2009
 FONTE: SIMEPAR, 2009 – ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE PINHAIS

2.4 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi desenvolvido em uma área de 2,4 hectares, delimitada por estradas de acesso e municipal. Nesse local, anteriormente foram cultivadas, por mais de 25 anos, plantas frutíferas (pêssego, ameixa e outros) em sistema de produção convencional, com uso intensivo de agrotóxicos e de adubos químicos. Em 2006, a área foi convertida para o sistema orgânico, após o pomar ser abandonado e as árvores cortadas. A área foi deixada em pousio, permitindo a regeneração espontânea das espécies forrageiras, primeiramente gramíneas, sucedidas por leguminosas. Além da pastagem espontânea que se estabeleceu nos piquetes, foram feitas sobressemeaduras de azevém (*Lolium multiflorum*, L.) no inverno. As espécies que predominaram foram: azevém (*Lolium multiflorum*, L.), trevo branco (*Trifolium repens*, L.) e trevo vermelho (*Trifolium pratense*) no inverno e quicuío (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex. Chiov), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krap. & Greg), grama seda (*Cynodon dactylon*, L.) e *Paspalum* no verão. Tanto o trevo vermelho, como o amendoim forrageiro eram encontrados em diferentes proporções nos piquetes. No início do outono de 2009, houve grande volume de pasto, sendo necessário realizar roçada da

pastagem de verão, que se encontrava em grandes quantidades e lignificada. Desse período até o final de julho, a dieta dos animais foi suplementada com silagem.

Em 2007, a área foi dividida e cercada formando 23 piquetes de aproximadamente 1000 metros quadrados, com um corredor central interligando os piquetes. (figura 3)



FIGURA 3a - ÁREA EXPERIMENTAL SUBDIVIDIDA EM PIQUETES, CORREDOR CENTRAL E ANIMAIS

Setembro 2009



Março 2009



FIGURA 3b - ASPECTO DA PASTAGEM: VERÃO (MARÇO 2009) E INVERNO (SETEMBRO 2009)

A área foi então subdividida em blocos, com cada parcela correspondendo a um piquete (figura 4).

SILVIPASTORIL - FRENTE

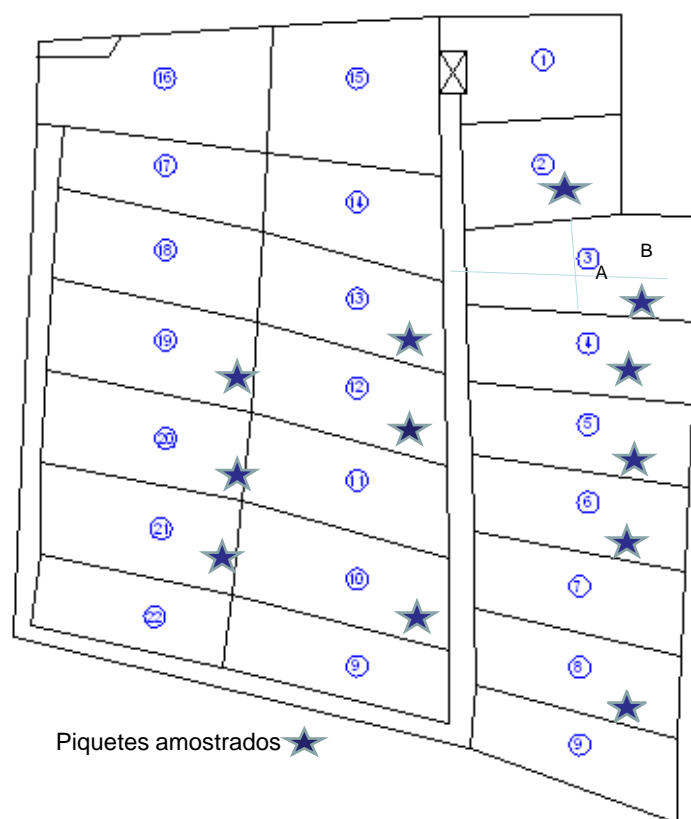


FIGURA 4 - CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL, COM PIQUETES NUMERADOS. Estão sinalizados com estrelas os piquetes que foram amostrados. No piquete 3, exemplificado o quadrante e os pontos de coleta (a e b) em cada estação climática

Após o estabelecimento dos piquetes, foi iniciada a aplicação de três tratamentos, Biodinâmico, *Embiotic*® e Testemunha, com a finalidade de melhoria da pastagem e dos animais. A pastagem até então se apresentava com poucas espécies de gramíneas e não havia decomposição das bolotas fecais bovinas, que permaneciam mumificadas no campo. O tratamento Testemunha consistia no simples pastoreio dos animais, não recebendo nenhum cuidado adicional (adubo, herbicida, corte ou adição de outros produtos químicos). Adotou-se a testemunha para vislumbrar diferenças com os tratamentos utilizados. O tratamento Biodinâmico diferiu da testemunha pelo uso de preparados biodinâmicos: Fladen (composto com preparados P502 a P506) e preparados biodinâmicos P500 (preparado de chifre-estercos) e P501 (preparado de chifre-sílica). O Fladen era pulverizado logo após cada pastoreio sobre o esterco depositado pelos animais, na quantidade de 400 gramas para 60 litros de água por hectare. Os preparados P500 e P501 foram usados duas vezes ao ano. O P500 era aplicado no outono e na primavera, sobre o solo e a pastagem, na quantidade de 200 gramas para 60

litros de água por hectare. O P501 era aplicado no verão e no inverno, sobre as plantas, na quantidade de um grama para 60 litros de água por hectare. O tratamento *Embiotic*® consistiu no uso de microorganismos eficientes - *Embiotic*®, sendo esta a diferença em relação à testemunha. O *Embiotic*® foi usado em pulverização nos piquetes imediatamente após a saída dos animais, na quantidade de 100 ml de *Embiotic*® para 10 litros de água por piquete.

Logo após a introdução dos tratamentos, iniciou-se o pastoreio rotativo. Um lote de 12 novilhas, com peso vivo em torno de 160 kg cada uma, permanecia dois dias em cada piquete e retornava ao local depois de 40 dias em média.

2.5 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA PASTAGEM

Nos meses de agosto a dezembro de 2008 e agosto a dezembro de 2009, a pastagem foi amostrada, em todos os piquetes, num total de 23 amostras, imediatamente antes da entrada dos animais. O corte foi feito a partir de três centímetros da base da planta, sendo retiradas quatro amostras aleatórias de 0,25 cm por piquete. As amostras foram misturadas, tendo-se, então, uma amostra composta. As amostras foram encaminhadas para o laboratório de Nutrição Animal do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), onde foi realizada a análise bromatológica do material, seguindo rotina padrão do Laboratório de Nutrição Animal do Instituto (PROTEÍNA BRUTA: ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS, 1975; FDA e FDN: VAN SOEST, 1963). Além disso, durante todo o ano, a pastagem foi amostrada três centímetros imediatamente a partir da base da planta antes da entrada dos animais no piquete, sendo retiradas quatro amostras aleatórias de 0,25 cm, por piquete. As amostras foram misturadas, tendo-se, então, uma amostra composta. Essas foram pesadas e o peso da massa verde anotado para posterior construção de gráfico de disponibilidade de pastagem.

2.6 AVALIAÇÃO DA MACROFAUNA

Cada piquete foi previamente subdividido em quatro áreas e, após sorteio, foi determinado um quadrante para coleta em cada estação climática do ano. As estações climáticas são bem definidas e seguem o seguinte calendário: primavera: período compreendido entre 21 de setembro a 20 de

dezembro; verão: 21 de dezembro a 20 de março; outono: 21 de março a 20 de junho; inverno: 21 de junho a 20 de setembro.

Em cada período de amostragem, foram feitas quatro amostras por tratamento, compostas de duas subamostras cada uma, sendo que cada uma delas foi subdividida em duas profundidades.

As coletas para avaliação da macrofauna edáfica ocorreram no final de cada estação climática - na primavera (dezembro de 2008), verão (março de 2009), outono (junho de 2009) e inverno (setembro de 2009), sendo a coleta realizada aproximadamente 20 dias antes do final de cada estação. A macrofauna do solo foi coletada utilizando-se o método recomendado pelo programa *Tropical Soil Biology and Fertility* (TSBF), proposto por Anderson e Ingram (1993), com modificações. Os monólitos foram retirados com o auxílio de um gabarito metálico, com 0,25 m x 0,25 m x 0,10 m de altura, com o solo estratificado em duas profundidades: 0-0,10 m e 0,10-0,20 m. Em cada parcela, foram extraídos dois monólitos, distantes 15 metros entre si, no quadrante correspondente à estação do ano, previamente sorteado. Após a coleta, o material foi acondicionado em sacos plásticos, identificado e triado no local, num período não superior a 48 horas (figura 5).



FIGURA 5 – PROCEDIMENTOS DE COLETA PARA AVALIAÇÃO DA MACROFAUNA EDÁFICA

a - demarcação do monólito, gabarito metálico; b - retirada de camada (0-0,10 m);
 c - retirada de camada (0,10-0,20 m).

A amostra coletada foi transferida para uma bandeja e a macrofauna foi visualizada a olho nu, sendo separada manualmente com o auxílio de pinças e pincéis (figura 6) e acondicionada em frascos plásticos identificados, contendo álcool 70%. Após a triagem, os frascos foram levados ao laboratório e, com o auxílio de lupa binocular, foram realizadas a identificação e a contagem da fauna edáfica.



FIGURA 6 – TRIAGEM DA MACROFAUNA EDÁFICA EM BANDEJAS

Na classificação, foi utilizado o termo grupo significando Classe, Ordem ou Família. O reconhecimento dos táxons se baseou em caracteres morfológicos e em chaves de identificação específica para cada grupo Insecta (BORROR, TRIPLEHORN, JOHNSON, 1992; GALLO *et al.*, 2002) e em comparação com espécimes preservadas na coleção do laboratório. Na avaliação do número de indivíduos nos grupos e/ou ordens Insecta, foram consideradas formas adultas e imaturas (larvas). Para Oligochaeta, a família Enchytraeidae foi avaliada separadamente devido a sua importância e grande quantidade encontrada. Para o grupo minhocas, foram considerados ovos, juvenis e adultos. A identificação desses organismos seguiu o procedimento descrito em Curso Internacional de Taxonomia de Minhocas (2009).

2.7 ÍNDICES DE AVALIAÇÃO DA MACROFAUNA

A comunidade da macrofauna invertebrada edáfica foi avaliada por meio de:

- Densidade (organismos por metro quadrado)
- Riqueza/diversidade de grupos (número de grupos)
- Riqueza média (número médio de grupos por amostra em cada tratamento)

- Diversidade (índice de Shannon): o índice de diversidade de Shannon foi obtido pela relação ($H = - \sum p_i \log p_i$), em que: $p_i = n_i/N$; onde n_i é a densidade de cada grupo e N é o número total de grupos, conforme Odum (1983)
- Uniformidade-equitabilidade (índice de Pielou): a fórmula para calcular a uniformidade de Pielou é derivada a partir de H , sendo: $e = H/\log S$, onde H é o índice de Shannon e S o número de espécies ou grupos amostrados (riqueza) (ODUM, 1983)

Usou-se a base logarítmica neperiana.

2.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, duas profundidades de amostragem de solo (0-0,10; 0,10-0,20 cm) e quatro épocas de amostragem – primavera (dezembro de 2008), verão (março de 2009), outono (junho de 2009) e inverno (setembro de 2009).

Para a análise estatística, foi feita a média por bloco amostrado e os resultados, dada a sua heterogeneidade, foram transformados em “ x^{λ} ” e submetidos à análise de variância (teste F), considerando-se os efeitos de tratamento, profundidade, época de amostragem e interação entre eles. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. O mesmo procedimento foi adotado para os dados de análise de solo e qualidade da pastagem. Além disso, foi realizada a análise de componentes principais (ACP) com os dados de densidade dos principais grupos da macrofauna edáfica relacionados aos tratamentos. Foram gerados círculos de correlações para cada época avaliada e para o total. As análises estatísticas foram processadas por meio do Programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009). As técnicas de estatísticas multivariadas foram realizadas através do programa CANOCO versão 4.5.

3 RESULTADOS

3.1 PRINCIPAIS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MACROFAUNA DO SOLO

Cinco grupos de organismos foram os mais representativos da macrofauna edáfica local em termos numéricos médios (organismos por metro quadrado). Em ordem decrescente, nos diferentes tratamentos e épocas, se sobressaíram Insecta: Hymenoptera: Formicidae (formigas), Isoptera (cupins), Coleoptera (coleópteros); Oligochaeta (minhocas e enquitreídeos). Além desses, outros 13 grupos de organismos (adultos e/ou formas jovens) estiveram presentes em pelo menos um dos tratamentos e em pelo menos uma das quatro épocas estudadas, com frequência inferior a 1%: Aracnida: Araneae (aranhas); Chilopoda (centopeias); Diplopoda (piolho-de-cobra, milípeias); Diplura; Gastropoda: Mollusca (caracóis); Gastropoda: Mollusca: Stylommatophora (lesmas); Insecta: Blataria: Blattidae (baratas); Hemiptera: Heteroptera (percevejos); Isopoda (tatuzinhos); Lepidoptera: Noctuidae (mariposas) Orthoptera: Grillotalpidae (grilos) e Thysanoptera: Thripidae (tripes).

Os grupos Aracnidea, Heteroptera e Blatodea ocorreram em todos os tratamentos e em todas as épocas. Diplura ocorreu unicamente no inverno e em todos os tratamentos. O grupo Gastropoda sucedeu somente no tratamento EM no verão e no inverno e Thysanoptera apenas no tratamento BD na primavera, no verão e no outono. Nos demais grupos, houve variação entre tratamentos e épocas. Todos os grupos de menor importância numérica foram considerados como “Outros”. Além desses, foram agrupados os organismos que não puderam ser identificados e compuseram um grupo presente em todos os tratamentos e épocas avaliadas.



FIGURA 7 - DIVERSIDADE DE GRUPOS DE INVERTEBRADOS DA MACROFAUNA EDÁFICA EM PASTAGEM SOB MANEJO ORGÂNICO – PINHAIS, 2008/2009

3.1.1 Insecta

Foram representativos, em ordem decrescente: Hymenoptera (formigas), Isoptera (cupins) e Coleoptera (coleópteros) (figuras 8, 9, 10).

I. Coleoptera – coleópteros. Entre os coleópteros amostrados apareceram com destaque às famílias Curculionidae, Elateridae, Nitidulidae, Scarabaeidae, Staphylinidae e Tenebrionidae. Nelas, os grupos funcionais foram vários: predadores, fitófagos, necrófagos, saprófagos. O gênero *Osorius* (Staphylinidae: Osoriinae) (Fig. 9) se destacou nos tratamentos Biodinâmico e Embiotic®, nessa ordem, aparecendo em densidade quase três vezes superior do que no tratamento Testemunha. Eles são considerados saprófagos e tanto larvas como adultos se alimentam de matéria orgânica em decomposição. São importantes decompositores de fezes animais (NAVARRETE *et al.*, 2002).



FIGURA 8 – LARVA DE COLEOPTERO EM PASTAGEM SOB MANEJO ORGÂNICO. PINHAIS, 2008/2009



FIGURA 9 – ADULTO DE *Osorius* sp. (COLEOPTERA: Staphylinidae) EM PASTAGEM SOB MANEJO ORGÂNICO – PINHAIS, 2008/2009

II. Hymenoptera: Formicidae – formigas. Foram encontrados em todos os tratamentos e épocas, com elevada densidade, diferentes grupos funcionais de formigas, distribuídos em subfamílias: doceiras (subfamília Formicinae), cortadeiras (subfamília Myrmicinae) e, em menor número, predadoras (subfamília Ponerinae), além de outras não identificadas (figura 10).



FIGURA 10 - FORMIGAS, COLEÓPTEROS ADULTOS E MINHOCAS EM PASTAGEM SOB MANEJO ORGÂNICO. PINHAIS, 2008/2009

III. Isoptera – cupins. A família Rhinotermitidae foi identificada em todos os tratamentos e épocas (figura 11).



FIGURA 11 - CUPINS NO SOLO EM PASTAGEM SOB MANEJO ORGÂNICO. PINHAIS, 2008/2009

3.1.2 Annelida

I. Oligochaeta – minhoca (figura 12). A espécie de maior ocorrência na área estudada foi *Pontoscolex corethurus* e, em menor número, *Amyntas* sp. As minhocas apareceram mais no verão em todos os tratamentos.



FIGURA 12 – OLIGOQUETAS: MINHOCAS E ENQUITREÍDEOS EM PASTAGEM SOB MANEJO ORGÂNICO – PINHAIS, 2008/2009

II. Oligochaeta- Enchytraeidae – Enquitreídeo. Os enquitreídeos foram os organismos que apresentaram a maior variação de densidade em função da época. A densidade desse grupo se mostrou crescente e significativa da primavera ao inverno em todos os tratamentos (figura 13).



FIGURA 13 – ENQUITREÍDEOS EM PASTAGEM SOB MANEJO ORGÂNICO PINHAIS, 2008/2009

3.2. DENSIDADE E RIQUEZA

A densidade relativa da macrofauna do solo variou em função da época de amostragem e do tratamento (tabela 2). Considerando os engenheiros do solo, minhocas, cupins e formigas, em relação à densidade relativa total, nas quatro épocas de amostragem, respectivamente aos tratamentos BD, *Embiotic*® e Testemunha, as minhocas representam 40%, 37% e 23%, os cupins 51%, 32% e 17%, e as formigas 32%, 30% e 38%.

TABELA 2 - GRUPOS FUNCIONAIS, DENSIDADE RELATIVA (NÚMERO TOTAL DE ORGANISMOS, %) E NÚMERO DE ORGANISMOS DA MACROFAUNA EDÁFICA m⁻² EM DIFERENTES ÉPOCAS E DIFERENTES TRATAMENTOS – PINHAIS (PR), 2008-2009

CLASSE	ORDEM	GRUPOS FUNCIONAIS *	TRATAMENTO	PERÍODO DE COLETA	DENSIDADE RELATIVA (%)	Nº ORGANISMOS m ⁻²	
						POR PERÍODO	TOTAL
Insecta	Coleoptera	predadores, fitófagos, necrófagos ou saprófagos	BD	1	9	88	680
				2	7	198	
				3	6	188	
				4	7	206	
			EM	1	7	126	886
				2	8	182	
				3	12	350	
				4	4	228	
			T	1	17	438	1074
				2	5	166	
				3	9	236	
				4	6	234	
	Isoptera	geófagos, rizófagos ou fitófagos	BD	1	20	188	1872
				2	22	1158	
				3	14	268	
				4	5	258	
			EM	1	20	712	1192
				2	0	8	
				3	0	14	
				4	9	458	
			T	1	8	164	630
				2	2	104	
				3	2	94	
				4	8	268	
	Formicidae	fitófagos, predadores, omnivoros, nectarívoros ou saprófagos	BD	1	50	964	7176
				2	46	1812	
				3	62	1928	
				4	70	2472	
			EM	1	17	442	6762
				2	24	1160	
				3	7	1794	
				4	5	3366	

Oligochaeta	Minhocas	geófagos, saprófagos ou onívoros	T	1	63	1756	8364	
				2	78	2606		
				3	63	1666		
				4	65	2336		
	Enchytraeidae		saprófagos, geófagos	BD	1	7	72	952
					2	20	616	
					3	4	98	
					4	6	166	
				EM	1	17	166	902
					2	24	364	
					3	7	184	
					4	5	188	
				T	1	5	174	554
					2	8	230	
					3	2	44	
					4	6	106	
Outros**	Outros	saprófagos, predadores, fitófagos ou rizófagos	BD	1	4	30	438	
				2	2	42		
				3	7	160		
				4	10	304		
			EM	1	0	4	850	
				2	8	134		
				3	4	132		
				4	10	580		
			T	1	2	26	810	
				2	5	180		
				3	11	228		
				4	12	376		

Tratamentos: BD – Biodinâmico, EM – *Embiotic*®, T – Testemunha

Coleta: 1- primavera, 2- verão, 3- outono, 4- inverno; Densidade relativa respectiva à época de coleta; Total por período respectivo à época de coleta.

Classe e Ordem Outros**: inclui Diptera, Hemíptera: Homoptera e outros.

* Adaptado de ZERBINO *et al.*, 2008; BROWN, *et al.*, 2001.

A época de amostragem e os tratamentos tiveram efeito significativo ($p < 0,05$), de acordo com Scott-Knott (1974), sobre a densidade da macrofauna edáfica (Tabela 3).

TABELA 3 - PRINCIPAIS GRUPOS TAXONÔMICOS, DENSIDADE E RIQUEZA DA MACROFAUNA EDÁFICA ASSOCIADA A DIFERENTES TRATAMENTOS E ÉPOCAS – PINHAIS, 2009

TRATAMENTO	GRUPOS TAXONÔMICOS (ORGANISMOS m ⁻² ±ERRO PADRÃO)									RIQUEZA (Nº GRUPOS IDENTIFICADOS)
	Formigas	Cupins	Minhoca	Enquitreideo	Coleoptera	Diptera	Homoptera	Outros	Total	TOTAL
Dezembro de 2008 – primavera										
BD	964± 362aB	188± 91aA	72± 31aB	30± 18aC	88± 31bB	72± 58a	14± 8aA	32± 14aA	1460± 430aB	14
EM	442± 188aC	712± 619aA	166±71aB	4± 4aC	126± 59bB	8± 4a	4± 3aB	68± 40aA	1530± 849aB	13
T	1756± 845aA	164± 95aA	174±83aA	26± 19aB	438± 174aA	12± 5a	26± 13aA	76± 34aA	2672± 1018aA	15
Março de 2009 – verão										
BD	1812± 784aA	1158± 801aA	616±148aA	42± 23bC	198± 63aA	26± 15a	30± 15aA	54± 21aA	3936± 987aA	17
EM	1160± 454aB	8± 5bA	364±134bA	134± 44aB	182± 69aB	14± 8a	18± 10aB	56± 22aA	1936± 578aB	15
T	2606± 546aA	104± 99bA	230±68bA	180± 44aA	166± 52aA	10± 4a	12± 6aA	46± 18aA	3354± 678aA	12
Junho de 2009 – outono										
BD	1928± 607aA	268± 189aA	98± 33aB	160± 68aB	188± 65bA	14± 5b	86± 30aA	36± 15aA	2778± 648aA	13
EM	1794± 143aA	14± 12aA	184± 55aB	132± 57aB	350± 115aA	22± 13b	46± 13aA	56± 22aA	2598± 299aA	13
T	1666± 543aA	94± 70aA	44± 16aA	228± 60aB	236± 82bA	296± 284a	26± 12aA	38± 20aA	2628± 608aA	13
Setembro de 2009 – inverno										
BD	2472± 615aA	258± 209aA	166± 35aB	304± 61aA	206± 68aA	8± 3a	2± 2bB	64± 26aA	3480± 751aA	18
EM	3366±520aA	458± 304aA	188± 45aB	580± 277aA	228± 76aA	4± 3a	2± 2bB	22± 7aA	4848± 721aA	16
T	2336 ±496aA	268± 161aA	106± 24aA	376± 179aA	234± 73aA	20± 12 ^a	18± 8aA	26± 8aA	3384± 618aA	14
Média	1859	309	201	183	220	42	24	48	2883	

Letras minúsculas: letras diferentes diferem estatisticamente (p<0,05%) Scott Knott, em relação ao tratamento em mesma época.

Letras maiúsculas: letras diferentes diferem estatisticamente (p<0,05%) Scott Knott em relação ao tratamento em diferentes épocas.

* Dados transformados em x^λ.

A densidade média dos grupos de organismos da macrofauna edáfica encontrados variou de acordo com a época estudada: setembro 2009 (3.904 organismos m^{-2}), seguido de março 2009 (3.075 organismos m^{-2}), junho 2009 (2.668 organismos m^{-2}) e dezembro 2008 (1.887 organismos m^{-2}).

Além de apresentar a maior densidade, o período de inverno também registrou maior número de grupos. O verão foi favorável ao grupo de minhocas em todos os tratamentos. No inverno, formigas, enquitreídeos e cupins apresentaram a maior densidade em todos os tratamentos, com exceção dos cupins no tratamento Biodinâmico, que mostrou maior densidade no verão. No outono, os homópteros manifestaram a maior densidade em todos os tratamentos estudados. Nas quatro épocas de avaliação, a densidade de coleópteros foi variável, de acordo com o tratamento, com tendência a maior densidade no outono e no inverno. Os dípteros e o grupamento “outros” não apresentaram diferenças significativas de densidade entre as épocas (tabela 3).

No tratamento Testemunha, não houve variação significativa na densidade da macrofauna nas épocas avaliadas, tendo apresentado menor variação em abundância entre os períodos de coleta. No tratamento Biodinâmico, a densidade foi menor para a primeira amostragem (primavera) se comparada com as demais. O mesmo foi observado para o *Embiotic*®, quando os valores médios de densidade foram menores na primeira e na segunda comparativamente à terceira e à quarta amostragens.

O tratamento Biodinâmico registrou maior variação na densidade e o tratamento *Embiotic*® apresentou densidade crescente da macrofauna de acordo com a época estudada. Apesar da ausência de diferenças estatísticas na maioria dos casos, cupins e minhocas mostraram densidade significativamente maior ($p < 0,05$) no tratamento Biodinâmico em relação aos demais tratamentos no período de verão. Do total de minhocas coletadas no verão, o tratamento Biodinâmico representou 51%, seguido do *Embiotic*®, com 30%, e da Testemunha, com 19%. O Biodinâmico foi responsável por 91% do total de cupins coletados no verão. Nesse período, o tratamento Biodinâmico apresentou densidade de enquitreídeos estatisticamente inferior aos demais tratamentos.

A Testemunha ofereceu densidade significativamente superior do grupo de coleópteros no período da primavera, do grupo díptera no outono e do grupo homóptera no inverno, sendo este considerado como não edáfico e associado a praga de importância econômica (cigarrinha-das-pastagens). Os dípteros, que passam somente a fase larval no solo, apresentaram maior densidade, sendo significativa em relação aos demais, no tratamento Testemunha do outono. Esse resultado

justifica-se pela presença em uma única parcela de alta densidade de larvas identificadas como Diptera: Sciaridae, associadas possivelmente a excrementos bovinos.

O tratamento *Embiotic*® revelou diferença significativa para o grupo coleóptero no outono, com maior densidade em relação aos demais tratamentos.

A riqueza total, representada pelo número de diferentes grupos coletados e identificados por área, foi semelhante entre os tratamentos, variando entre eles de acordo com a época amostrada. De forma geral, em todos os tratamentos, o menor número de grupos foi encontrado em junho 2009 (outono), quando todos eles apresentaram 13 grupos distintos, período que coincide com o final de ciclo das espécies forrageiras de verão e as espécies de inverno ainda não estão estabelecidas. Este período também apresentou baixa precipitação.

Os tratamentos Biodinâmico e *Embiotic*® apresentaram maior riqueza no inverno - 18 e 16 grupos, seguido do verão - 17 e 15 grupos respectivamente. O Biodinâmico, proporcionalmente, mostrou tendência de maior diversidade de grupos ao longo da avaliação e o *Embiotic*® apresentou maior estabilidade proporcional. A Testemunha teve a maior diversidade de grupos na primavera, com redução proporcional ao longo das estações (tabela 3).

A distribuição vertical da amostra, em todos os tratamentos, exerceu influência significativa ($p < 0,05$) na densidade da macrofauna. A densidade na profundidade de 0-10 cm foi superior à examinada na profundidade 10-20 cm. Observa-se que 69% de toda a macrofauna amostrada ocorreram na camada superficial (0-10 cm) (tabela 4).

TABELA 4 - DENSIDADE MÉDIA DA MACROFAUNA EDÁFICA TOTAL E DAS QUATRO ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO NAS PROFUNDIDADES DE 0-10 CM E 10-20 CM – PINHAIS, 2009

PROFUNDIDADE	ORGANISMOS							TOTAL
	Coleópteros	Cupins	Dípteros	Enquitreídeos	Formigas	Homópteros	Mínhocas	Outros
0-10 cm	393 a	402 a	81 a	285 a	2404 a	38 a	282 a	75 a
10-20 cm	47 b	213 a	3 b	80 b	1313 b	9 b	119 b	20 b

Letras diferentes diferem estatisticamente ($p < 0,05$) Scott-Knott.

3.3 ÍNDICES DE DIVERSIDADE

O índice de equitabilidade (e) foi analisado em conjunto com a riqueza.

O tratamento Biodinâmico apresentou maior diversidade e índice de Shannon mais estável ao longo do período examinado, maior equitabilidade e maior riqueza do que os demais tratamentos.

Os menores índices de equitabilidade encontrados (inverno e verão) no tratamento Biodinâmico estão relacionados com as maiores densidades e o maior número de grupos identificados (17 no verão e 18 no inverno). Isso indica dominância de algum grupo da macrofauna edáfica nesses casos. No verão, provavelmente, houve dominância de cupins e minhocas e, no inverno, de formigas. Ao contrário, quando a riqueza foi menor (número de grupos encontrados), maior foi a equitabilidade identificada. O tratamento Biodinâmico apresentou índice de Shannon com menor variação em todas as épocas estudadas, com valores superiores a 0,9 (tabela 5).

No tratamento Testemunha, a menor densidade foi acompanhada de menor riqueza e maior índice de equitabilidade, o que significa menor dominância de grupos edáficos na primavera. A maior riqueza apresentou o segundo melhor índice de Pielou; nesse tratamento, houve pequena variação de riqueza entre as épocas estudadas.

No tratamento *Embiotic*®, a menor equitabilidade se deu no inverno, quando houve grande densidade da macrofauna edáfica, acompanhada do maior número de grupos identificados e da segunda maior riqueza. Pode ter havido dominância de formigas. A maior equitabilidade foi encontrada no verão, sendo a maior de todas as épocas e dos tratamentos estudados, assim como a maior diversidade (H'), mostrando que, nesse período, o tratamento *Embiotic*® apresentou a menor dominância de grupos e a maior uniformidade.

TABELA 5 - ÍNDICES DE DIVERSIDADE DA MACROFAUNA DO SOLO (SHANNON, PIELOU E RIQUEZA) OBTIDOS DURANTE O PERÍODO DE ANÁLISE (PRIMAVERA, VERÃO, OUTONO E INVERNO) E ENTRE OS TRATAMENTOS BIODINÂMICO (BD), *EMBIOTIC*® (EM) E TESTEMUNHA (T) – PINHAIS, 2009

Tratamento	Período											
	Primavera			Verão			Outono			Inverno		
	Shannon	Pielou	Riqueza	Shannon	Pielou	Riqueza	Shannon	Pielou	Riqueza	Shannon	Pielou	Riqueza
BD	0,96	0,55	5,75	0,99	0,48	7,88	0,91	0,52	6,63	0,96	0,48	7,75
EM	0,75	0,41	4,75	1,10	0,65	6,88	0,95	0,47	7,63	0,78	0,41	6,50
T	0,95	0,53	6,25	0,82	0,43	7,12	0,86	0,46	6,38	1,01	0,51	7,37

A análise dos componentes principais (ACP), realizada com os dados sobre a densidade dos principais grupos da macrofauna edáfica, revelou que os dois principais eixos explicaram 57% da variabilidade total dos dados, que foram 34% e 23% para o primeiro e o segundo eixos, respectivamente (figura 14). O eixo 1 foi influenciado sobretudo pelos grupos homópteros, enquitreídeos e coleópteros e, de forma mais limitada, pelo grupo minhocas, com autovetores negativos. O eixo 2 foi influenciado pelo grupo “outros”, dípteros e himenópteros, vetores negativos e cupins. Em relação aos tratamentos, o eixo 2 foi influenciado pelo tratamento *Embiotic®* (EM). A Testemunha (T) se relaciona com o eixo 1 e com o eixo 2 e o Biodinâmico (BD) com o eixo 2. O tratamento Biodinâmico está disposto nas porções à extrema direita e central, o tratamento *Embiotic®* na porção mediana e o Testemunha na porção esquerda. O Biodinâmico apresentou baixa dispersão em relação ao ponto de intercepção dos eixos, o que demonstra tratar-se de ambientes estatisticamente iguais. Os grupos minhoca e cupim (Isoptera) apresentaram maior associação com o tratamento Biodinâmico, ao passo que o grupo formiga (himenoptera) e coleóptero mostraram maior relação com os tratamentos Testemunha e *Embiotic®* e enquitreídeos e “outros” com a Testemunha.

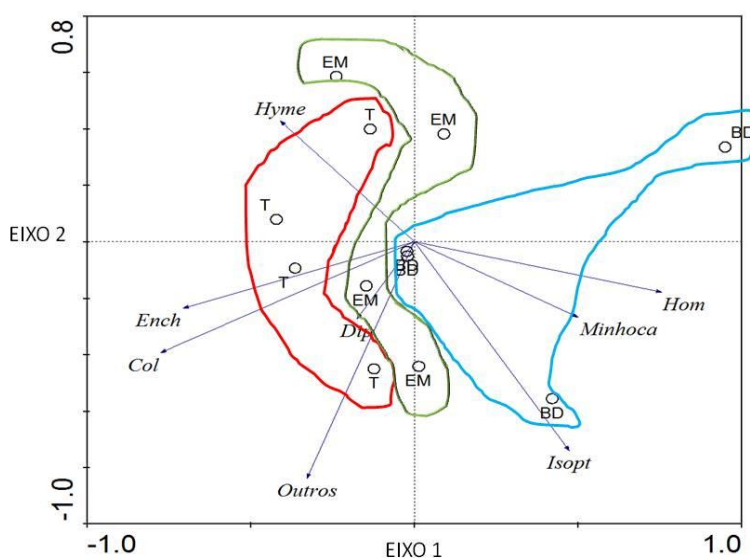


FIGURA 14 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA ENTRE OS TRATAMENTOS E OS PRINCIPAIS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MACROFAUNA EDÁFICA – PINHAIS, 2009

Média de 4 repetições, em 4 épocas de coleta.

BD: Biodinâmico, EM: *Embiotic®*, T: Testemunha

3.4 PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA PASTAGEM

A quantidade de forrageira disponível aos animais antes da sua entrada nas parcelas experimentais e a qualidade da forrageira, indicadas pelo teor de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra Detergente Neutra (FDN) e Fibra Detergente Ácida (FDA), não apresentaram diferenças entre os tratamentos nos dois anos amostrados – 2008 e 2009, período de inverno/primavera (tabelas 6 e 7). Assim, parece não ter havido interferência do uso de preparados biodinâmicos e *Embiotic®* na produtividade e na qualidade da pastagem em nenhuma das épocas avaliadas. Nota-se, no entanto, tendência de melhor qualidade no tratamento Biodinâmico, que apresentou melhor Proteína Bruta e melhor relação FDN/FDA nos dois períodos amostrados.

O volume de pastagem disponível variou de acordo com o ano e época do ano (figura 11). Nos períodos de coleta da macrofauna – dezembro de 2008, março, junho e setembro de 2009 – o volume de pastagem ficou em média em 10.000 kg ha⁻¹, com picos de oferta nos meses que antecederam a coleta.

TABELA 6 - ANÁLISE BROMATOLÓGICA – MATÉRIA SECA, PROTEÍNA BRUTA, FIBRA DETERGENTE NEUTRA (FDN) E FIBRA DETERGENTE ÁCIDA (FDA) – MÉDIA DE TRÊS AMOSTRAS, SOMATÓRIO DAS COLETAS – AGOSTO/SETEMBRO, SETEMBRO/OUTUBRO, OUTUBRO/NOVEMBRO DE 2008

TRATAMENTO	MASSA	TEOR %			
	SECA Mg ha ⁻¹	MATÉRIA SECA	PROTEÍNA BRUTA	FDN	FDA
BD	3,44 a	21,73 a	20,44 a	50,16 a	24,46 a
EM	4,81 a	19,32 a	19,22 a	46,34 a	25,66 a
T	3,95 a	21,55 a	18,26 a	46,80 a	25,40 a

Tratamentos: BD- Biodinâmico, EM- Embiotic®, T- Testemunha

TABELA 7 - ANÁLISE BROMATOLÓGICA – MATÉRIA SECA, PROTEÍNA BRUTA, FIBRA DETERGENTE NEUTRA (FDN) E FIBRA DETERGENTE ÁCIDA (FDA) – MÉDIA DE 3 AMOSTRAS, SOMATÓRIO DAS COLETAS – AGOSTO/SETEMBRO; SETEMBRO/OUTUBRO; OUTUBRO/NOVEMBRO DE 2009

TRATAMENTO	Mg. ha ⁻¹	TEOR %			
	MASSA SECA	MATÉRIA SECA	PROTEÍNA BRUTA	FDN	FDA
BD	7,24 a	13,96 a	17,72 a	64,86 a	35,24 a
EM	6,20 a	17,55 a	17,00 a	63,10 a	38,13 a
T	8,39 a	13,9 a	17,20 a	62,50 a	36,45 a

Tratamentos: BD- Biodinâmico, EM- Embiotic®, T- Testemunha

4 DISCUSSÃO

A quantidade disponível de pastagem nos períodos avaliados pode ser considerada alta quando comparada a pastagens nativas na mesma região, visto que produtividades anuais entre duas e quatro toneladas por hectare vêm sendo comumente reportadas (GATIBONI *et al.*, 2000; SOARES *et al.*, 2006). A elevada produtividade pode ser um reflexo da boa condição de fertilidade do solo, como baixa acidez e elevados teores de cálcio, magnésio potássio e fósforo disponíveis (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO, 2004), dado o efeito residual da adubação e da calagem realizadas mesmo antes da implantação da pastagem. Normalmente, as pastagens no Brasil não são adubadas no período do plantio e também após a sua implantação, sendo seus solos, em grande maioria, de baixa fertilidade.

A região Sul do Brasil permite a utilização de espécies forrageiras tropicais e subtropicais, bem como de espécies temperadas, o que facilita a adoção de sistemas de produção animal em pastagens durante o ano inteiro (SILVA *et al.*). A elevada produtividade da pastagem no inverno e na primavera foi resultante do bom crescimento de azevém, assim como a presença de trevo branco no mesmo período melhorou a qualidade do pasto. O bom desempenho da pastagem com azevém e trevo é fruto da elevada fertilidade do solo, pois essas culturas são muito exigentes de fósforo e sensíveis a elevada acidez (MORAES *et al.*, 2008).

A densidade total da macrofauna edáfica não foi influenciada pelos tratamentos utilizados, com pequena variação dentro das diferentes épocas estudadas. A ausência de diferença sobre a macrofauna era esperada, uma vez que a produtividade e a qualidade dos resíduos adicionados ao sistema, que são alguns dos principais fatores que afetam a macrofauna do solo, não foram influenciadas pelos tratamentos (tabelas 6 e 7). A pastagem mostrava uniformidade da cobertura vegetal, bem como grande volume disponível.

A quantidade de seres vivos que pode haver em um solo também é determinada pela quantidade de alimento existente no local (GIRACCA *et al.*, 2003). Outro fator que pode sustentar a ausência de diferenças entre tratamentos é a permanência de resíduos orgânicos sobre a superfície do solo (CANTO, 1996) e os altos níveis de proteína encontrados na pastagem, o que disponibiliza fonte de energia e nitrogênio e pode favorecer a reprodução dos invertebrados (DIAS *et al.*, 2007; LAOSSI *et al.*, 2008).

Estudando pastagens no noroeste da França, Decaëns *et al.* (1998) encontraram maiores densidades da macrofauna em pastagem com maior diversificação e qualidade da serapilheira e com fezes animais. Os autores argumentam que, mais do que um alimento, a camada de serapilheira proporciona habitats adequados para a maioria das espécies de invertebrados. A cobertura vegetal

exerce efeito importante sobre os organismos do solo, influenciando até mesmo os grupos taxonômicos que são capazes de colonizá-lo (BARROS *et al.*, 2002).

Os valores de densidade e riqueza observados neste estudo (tabela 3) foram, em geral, superiores aos observados em pastagem no Brasil, sob diferentes condições de clima e solo, e na França (tabela 9). A diversidade de grupos de organismos apresentou diferenças sazonais, o que pode ter se dado em razão da resiliência da fauna do solo, na qual grupos suprimidos por determinadas condições ambientais são substituídos por organismos de outros grupos ou espécies, deixando a densidade total constante ao longo do ano (PASQUALIN, 2009).

A diversidade e a qualidade da pastagem estudada e a deposição de dejetos animais, assim como a densidade podem ser responsáveis pela diversidade funcional e de grupos encontrados em todos os tratamentos e épocas (tabela 2).

TABELA 8 - DENSIDADE (ORGANISMOS m⁻²) E RIQUEZA (NÚMERO DE GRUPOS) DA MACROFAUNA EDÁFICA EM DIFERENTES SISTEMAS DE PASTAGEM E EM DIFERENTES LOCALIDADES

DENSIDADE (organismos m ⁻²)	RIQUEZA (número de grupos)	AUTOR E LOCAL
outono - 11,5; inverno - 4,9; primavera - 4,8; verão - 0,3	outono - 1,8; inverno - 0,8; primavera - 0,8; verão - 0,4	Pimentel <i>et al.</i> (2006) Valença – RJ
1715	15	Silva <i>et al.</i> (2006) Dourados – MS
432	13 total 6,13 média	Menezes <i>et al.</i> (2009) Pinheiral – RJ
1360 - agosto 1902 - março 6236 - agosto 1393 – março		Brigante <i>et al.</i> (1999) São Carlos – SP
2213	8 total 6 média	Dias <i>et al.</i> (2006) Rio de Janeiro
2 – 602		Dias <i>et al.</i> (2007) Seropédica - RJ
595-1816		Silva <i>et al.</i> (2008) Dourados – MS
4627	6	Marchão <i>et al.</i> (2008) Correntina - oeste da Bahia
137-731		Benito <i>et al.</i> (2004) Goiás
1259-1365-839	33-40-36	Decaëns <i>et al.</i> (1998) Vale do Sena, noroeste da França

A primavera no ano de 2008 – trimestre de 23 de setembro a 21 de dezembro - apresentou índices pluviométricos mensais inferiores à média histórica do período para a região avaliada, o que pode também ter refletido na disponibilidade de pastagem e, em consequência, na disponibilidade de resíduos vegetais (serapilheira e raízes). Isso pode ter influenciado a densidade e a riqueza da

macrofauna edáfica, o que foi mais significativo para os tratamentos Biodinâmico e *Embiotic*®. A menor densidade total nos três tratamentos na primavera pode também estar relacionada ao início de desenvolvimento da pastagem, ao início do sistema de pastoreio rotativo e do sistema orgânico, o que ocorreu após muitos anos de produção de fruticultura com uso intensivo de agrotóxicos na área (RICHTER, 2009).

O verão, com temperaturas mais altas, apresentou elevação na densidade (especialmente para o grupo de minhocas) e na riqueza de grupos, sendo que ambas foram importantes. Embora esse período tenha sido marcado por baixa precipitação, o desenvolvimento da pastagem foi intenso, inclusive com sobras de materiais de inverno/primavera, como o trevo branco. O solo, coberto por grande volume de pastagem, provavelmente propiciou ambiente favorável aos macrorganismos edáficos. A alta população de minhocas nesse período será discutida posteriormente.

A redução da riqueza da macrofauna no outono, possivelmente, está vinculada com a redução na disponibilidade de forragem e consequente diminuição de alimento para a fauna edáfica. O menor número de grupos identificados e a segunda menor densidade no outono podem estar relacionados a temperaturas baixas e, também, à precipitação bem abaixo da média histórica para o período. No outono, os homópteros apresentaram a maior densidade em todos os tratamentos estudados. Esse grupo é associado a pragas de importância econômica (cigarrinhas) e podem ter se beneficiado da menor riqueza de grupos no período e do estágio inicial de desenvolvimento das gramíneas de inverno. Assim, menores valores de homópteros observados para os tratamentos *Embiotic*® e Biodinâmico indicam possível controle da praga, exigindo estudos de longo prazo.

A alta densidade e riqueza de grupos encontrados no inverno demonstram as boas condições no período estudado. O maior número de grupos e a maior densidade da macrofauna edáfica no inverno também pode ter relação com a precipitação maior do que a média para o período. Outros fatores que podem ter contribuído para o aumento da densidade no período do inverno foram a abundância e a qualidade das espécies forrageiras e, também, a interferência provocada pela alta densidade de formigas (ninhas). Corroborando com os resultados aqui obtidos, Pimentel *et al.* (2006) encontraram maiores densidades de formigas em estações marcadas por temperaturas mais amenas. Laossi *et al* (2008) sugerem que a densidade de fauna edáfica é afetada pela qualidade e pela quantidade de cobertura vegetal profícua e confirmam a importância de fixadoras de nitrogênio ao ecossistema.

Durante o inverno, houve grande abundância de pastagem em função da sobressemeadura de azevém e trevo branco – como discutido e apresentado anteriormente –, que, além de apresentar boa

cobertura na área e boa qualidade, pode alocar nitrogênio ao solo, melhorando as condições edáficas e a matéria orgânica disponível, o que foi importante também para o grupo dos oligoquetos (LAOSSI *et al.*, 2008). O inverno apresentou grande densidade de minhocas e a maior e significativa densidade de enquitreídeos entre as épocas estudadas.

Os índices avaliados parecem ter maior correlação com a cobertura do solo/pastagem (esta sim mantém estreita relação com a época do ano), do que com o clima propriamente dito. Corroborando os dados encontrados, Pimentel *et al.* (2006) estudaram atributos biológicos do solo sob manejo orgânico, inclusive em pastagem, nas quatro estações do ano, e encontraram correspondência de oligoquetos, himenópteros e coleópteros com o outono, período de temperaturas mais amenas e precipitação pluviométrica intermediária, concluindo que a umidade refletiu negativamente sobre a macrofauna edáfica. Entretanto, esses autores identificaram correlação entre os diferentes grupos e a densidade da macrofauna e a época estudada. Também comprovaram pouco efeito dos ambientes sobre os atributos estudados. A conclusão a que chegaram é que a precipitação pareceu não ter tido tanta influência sobre a macrofauna como a temperatura e o tipo de cobertura do solo.

As densidades de minhocas foram altas em todos os tratamentos e épocas se comparadas com outras áreas de pastagem em estudos diferentes (tabela 9). De acordo com Lavelle (1988), áreas com pastagem permanentes podem apresentar uma densidade de minhocas três a quatro vezes superiores a áreas ocupadas com lavoura. Brown *et al.* (2001, 2004) também identificaram densidades significativas de minhocas no sistema de pastagem em ambientes tropicais. As populações de minhocas aumentam na presença de cobertura verde, matéria orgânica em decomposição e sistema radicular extenso e de grande densidade, o que implica em mais exudados radiculares (BROWN, *et al.*, 2009; MARTÍNEZ e SÁNCHEZ, 2002), como é o caso do ambiente estudado. Outros autores observaram maiores densidades populacionais de minhocas em solos sob sistemas orgânicos comparativamente a sistemas convencionais (AQUINO e CORREIA, 2005; BARTZ, 2009), o que pode sustentar a grande densidade de minhocas encontradas no sistema avaliado, que é orgânico.

Outro fator é a qualidade da matéria orgânica disponível, a adição constante de dejetos animais e o sistema radicular extenso da pastagem. No cerrado brasileiro, Silva *et al.* (2008) constataram que as minhocas responderam positivamente à pastagem contínua e ao sistema integrado na fase de pastagem, provavelmente, pela maior densidade de raízes que as pastagens produzem. Essas podem promover um aumento na qualidade da matéria orgânica disponível à fauna do solo em razão da adição dos dejetos dos animais (SILVA *et al.*, 2008).

Densidade significativa de minhocas foi observada no verão em relação aos demais períodos estudados, em todos os tratamentos, o que pode estar relacionado ao aumento de temperatura e, provavelmente, ao ciclo biológico e ao favorecimento, pelo aumento da temperatura, da reprodução das minhocas (RÖMBKE, *et al.*, 2009). Deve-se destacar a maior e significativa densidade de minhocas no tratamento Biodinâmico no verão, em relação aos demais tratamentos, e a alta densidade de minhocas no tratamento *Embiotic*® em todos os períodos estudados. Vicentini *et al* (2009), em experimento comparando o preparo de compostagem com e sem *Embitic*®, constataram densidade de minhocas significativamente maior nas pilhas com o uso dos microorganismos eficientes. Os tratamentos Biodinâmico (Fladen) e *Embiotic*® aceleram a decomposição de resíduos orgânicos (HERMÍNIO, 2000; MITSUIKI, 2006), o que favorece o desenvolvimento das minhocas. Chan (2001) relata que a grande densidade de raízes em constante renovação e exudados radiculares, com consequente maior disponibilidade de matéria orgânica no solo, favorece as condições para o desenvolvimento e o estabelecimento dos oligoquetos edáficos.. O tratamento Biodinâmico (B500) é usado com o objetivo de estimular o crescimento de raízes e radículas e favorecer a interação das raízes com o solo e os organismos vivos presentes e atuantes (HERMÍNIO, 2000). O uso desse preparado pode ter tido algum efeito sobre o sistema radicular da pastagem no verão. Castoldi *et al.*(2007) estudando mudas de repolho produzidas com e sem o uso de preparado Biodinâmico 500, concluíram que o uso do preparado Biodinâmico 500 favoreceu o desenvolvimento das raízes.

Na literatura, há diversidade nos índices de densidade de oligochaetas em sistemas de pastagem (tabela 9).

TABELA 9 - DENSIDADE (ORGANISMOS/m²) DE OLIGOQUETOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE PASTAGEM

ORGANISMOS	DENSIDADE OBSERVADA	LOCAL	AUTOR
Minhocas	56-64	Região costeira (Mata Atlântica) do Paraná	Römbke <i>et al.</i> (2009)
Minhocas	73	Dourados, MS	Silva. <i>et al.</i> (2006)
Oligoquetos	117	Sierra del Rosario – Cuba	Martinez e Sánchez (2002)
Oligoquetos	32	Correntina	Marchão <i>et al.</i> (2008)
Oligoquetos	29 a 122	Dourados (MS)	Silva <i>et al.</i> (2006)
Média de minhocas	1,02	Cerrado - Uberlândia (MG)	Pasini <i>et al.</i> (1997)
Minhocas anécicas Minhocas endogeicas Minhocas epigeicas	16-50-27 223-361-187 16-9-12	Vale do Sena, noroeste da França	Decaëns <i>et al.</i> (1998)

A crescente densidade de enquitreídeos ao longo do período de estudo e a densidade expressiva desses organismos no inverno podem estar relacionados ao aumento da disponibilidade de alimento em função da estabilização da pastagem e do início do equilíbrio do sistema. No decorrer de um ano, a produção de pastagem aumentou consideravelmente (tabelas 6 e 7), o que pode ter resultado em maior aporte de matéria orgânica ao sistema. Aquino e Correia (2005) relataram que estimulação de enquitreídeos observada em vários trabalhos é decorrente da sua elevada capacidade de recuperação após perturbações e, também, ao aumento da disponibilidade de alimento incorporado ao solo.

O acréscimo observado no presente trabalho pode ser explicado pelos resultados obtidos por Silva *et al.* (2006), que constataram correlação positiva entre o conteúdo de matéria orgânica do solo e a densidade de enquitreídeos, confirmando a importância da matéria orgânica como fonte de alimento para esses organismos. Pelos resultados obtidos, eles consideraram serem indispensáveis pesquisas futuras sobre esse grupo, que tem potencial como bioindicador de qualidade do solo.

Oposto ao observado para minhoca no período de verão, maiores densidades de enquitreídeos foram obtidos para os tratamentos Testemunha e *Embiotic*® em relação ao Biodinâmico. É possível que o Biodinâmico tenha beneficiado as minhocas em detrimento dos enquitreídeos. Alguns autores, de acordo com Cole *et al.* (2006), sugerem antagonismo entre minhocas e enquitreídeos, que pode ser por competição de recursos ou pela diferença de pH exigido por cada grupo de organismo (minhocas mais básico e enquitreídeos mais ácido). Ainda segundo Cole *et al.* (2006), isso é controverso e sugere que principalmente os fatores edáficos e não os bióticos podem causar tal antagonismo e que a concorrência não ocorre quando a distribuição dos recursos é aumentada.

Existe pouca informação sobre o papel dos enquitreídeos nos processos que ocorrem no solo, entretanto, acredita-se que pode haver uma ação significativa sobre a ciclagem de nutrientes e no processo de decomposição, por sua capacidade de revolver a matéria orgânica no solo, digerir de maneira seletiva microrganismos e pela dispersão de esporos (VAN VLIET *et al.*, 1995).

A alta densidade relativa e populacional de cupins no tratamento Biodinâmico no verão pode estar relacionada ao hábito colonial dos cupins (MENEZES *et al.*, 2009), ao sistema radicular da pastagem e à constante adição de material orgânico (vegetal e animal) ao solo. Como observado para minhocas e em oposição ao observado para enquitreídeos, maior densidade de cupins foi constatada no tratamento Biodinâmico, indicando o seu benefício.

A ocorrência de cupins, geralmente, está relacionada à matéria orgânica com alta relação C/N, o que beneficia os insetos, em razão da simbiose com microrganismos, que lhes permite

digerir substratos complexos (LAVALLE e SPAIN, 2001). No início do outono de 2009, na área de estudo, foi necessária a roçada do excedente da pastagem de verão, conforme já descrito, devido à diminuição da sua qualidade para os animais. A redução da disponibilidade e da qualidade da pastagem promove aumento de celulose no sistema e implica maior disponibilidade de alimentos para os térmitas (BENITO *et al.*, 2004). Em pastagens, os cupins são indicadores iniciais da macroevolução do sistema do solo, uma vez que esses insetos têm enorme capacidade de degradar materiais lignificados (PINHEIRO MACHADO, 2004). Aquino e Correia (2005), citando Mando *et al.* (2002), relatam que, no oeste da Região Saheliana Africana, o material orgânico sobre o solo promoveu a atividade dos cupins, com colonização rápida.

A presença de formigas em grande densidade em todos os tratamentos e épocas pode ter relação com a sua adaptabilidade ao meio, à variedade de costumes alimentares e ao hábito de vida colonial e tendem a ser amostradas em agregados com elevado número de organismos (MENEZES *et al.*, 2009). As formigas são comumente citadas como bioindicadores de alterações no manejo do solo, especialmente durante a reabilitação do solo (ANDERSEN, *et al.*, 2002). A grande densidade de formigas em ambientes ricos em nitrogênio (LAOSSI, *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2008) indica preferência desse grupo taxonômico pelo forrageamento com plantas ricas em nitrogênio. O presente estudo, que apresenta altos valores de Proteína Bruta na pastagem, confirma tal preferência.

O grupo coleóptero, grupo com a terceira maior densidade encontrada, foi o único avaliado onde a diferença entre tratamentos ocorreu em dois períodos, primavera e outono. Contudo, o comportamento foi diferente para os dois períodos, com maiores valores para Testemunha e *Embiotic*®, durante primavera e outono, respectivamente. Tal fato não permite uma conclusão definitiva do efeito dos tratamentos sobre o grupo Coleoptera.

A grande diversidade de grupos funcionais encontrados, destacando predadores, como as aranhas e chilopodas, está relacionada a habitats mais diversificados (MERLIN *et al.*, 2005); organismos saprófagos de importância para decomposição de bolotas fecais (como p.e. *Osoriinae*) e a crescente riqueza de grupos encontrados indicam um ambiente complexo e com relativo equilíbrio. Richter relata a decomposição e adição de solo sobre bolotas fecais nas parcelas estudadas, o que não ocorria no início do experimento.

O sistema de pastoreio adotado em conjunto com o manejo orgânico apresentou, conforme os dados analisados, alta densidade de organismos especializados em criação de estruturas biogênicas, sendo importantes para a estrutura física do solo, pela formação de galerias e agregados, além de incorporarem matéria orgânica.

Com exceção dos cupins, a camada superficial do solo (0 - 0,10 m) apresentou maior densidade de organismos, possivelmente em decorrência das melhores condições de aeração e disponibilidade de alimentos, uma vez que, em pastagens, há grande concentração de raízes e aporte de material orgânico nessa camada do solo. Martinez e Sanches (2002) também encontraram diferença significativa no primeiro extrato de solo, 0-0,10 m, em relação ao segundo, 0,10-0,20 m, provavelmente, em razão das condições de umidade e aporte de raízes e matéria orgânica das plantas. Em estudo comparativo de sistemas, Lima *et al.* (2007) observaram que, nas áreas sob cultivo orgânico, cerca de 80% de toda a fauna ocorreram na camada superficial (0-10 cm), talvez em decorrência das melhores condições de aeração e disponibilidade de alimento. Discordando de Lima *et al.* (2007), diferenças abruptas na densidade foram observadas para coleópteros, dípteros e homópteros.

Os índices Shannon (H'), Pielou (equitabilidade) e riqueza reforçaram o que já foi discutido. Houve variação dos índices estudados em função da época. O índice de diversidade (H') pode variar muito, porque a abundância da espécie dominante está sujeita a variação sazonal (AQUINO e CORREIA 2005), o que é compatível com os resultados do presente trabalho, nos quais formigas, cupins e minhocas podem ter influenciado a equitabilidade. A dominância sazonal de espécies dos invertebrados do solo, possivelmente, é o fator que levou à variação dos índices de diversidade ao longo do período estudado. A riqueza, nesse caso, deve ser considerada, pois reflete a singularidade genética e a estrutura do habitat (AQUINO e CORREIA, 2005). O uso dos índices foi adequado para o presente estudo.

A análise de correspondência (ACP) separou os tratamentos e demonstrou associações entre os grupos da macrofauna edáfica e os tratamentos. De acordo com essa análise, bem como segundo os dados demonstrados, percebe-se uma pequena diferenciação entre os tratamentos e suas associações com grupos de invertebrados do solo.

Em geral, a ausência de diferença ou diferença em apenas um dos quatro períodos avaliados entre os tratamentos Biodinâmico e *Embiotic*® e o tratamento Testemunha indica que tiveram pequena eficiência na melhoria da densidade. Tal fato pode estar associado ao seu reduzido período de ação ou às excelentes condições de fertilidade do solo e da pastagem. Além disso, a homogeneidade encontrada entre os tratamentos pode ser reflexo do manejo adotado – pastejo rotativo e sistema orgânico –, da diversidade e da qualidade de espécies de pasto. A densidade e a diversidade da fauna edáfica se mostraram sensíveis às interferências antrópicas, práticas culturais e alterações advindas do manejo do solo, assim como em outros trabalhos (ALMEIDA *et al.*, 2007;

BARETTA *et al.*, 2006, SILVA, *et al.*, 2006; PIMENTEL *et al.*, 2006; CORREIA e OLIVEIRA, 2000).

Embora tenham sido encontrados poucos trabalhos sobre a influência dos tratamentos Biodinâmicos na macrofauna do solo, dois deles se reportam à interferência desses preparados. Corroborando os resultados aqui obtidos, Boggs *et al.* (2000) relataram pequenas diferenças no carbono mineralizado e na densidade de minhocas quando utilizados preparados biodinâmicos em comparação ao não uso. Os autores creditam esse aumento ao emprego de fertilização orgânica e sugerem estudos em longo prazo para melhor avaliação dos benefícios dos preparados biodinâmicos.

Experimento de longo prazo DOK – biodinâmico, orgânico e convencional, realizado na Suíça e implantado em 1978, mostrou diferenças biológicas entre os tratamentos a partir do terceiro período de rotação (1993-2000) de culturas, ou seja, após 15 anos, quando se observou o favorecimento da fauna do solo em áreas onde se utilizou composto orgânico em conjunto com os preparados biodinâmicos. As maiores diferenças entre os tratamentos foram em relação à adubação e no controle às pragas. No sistema convencional utilizou-se adubos químicos tradicionais, assim como esterco fresco; no sistema orgânico o esterco foi apodrecido e no sistema biodinâmico usou-se o esterco na compostagem. A rotação de culturas, o preparo do solo e as variedades plantadas foram os mesmos para os três sistemas. (LEBENDIGE, 2000). Reganold (1995), em artigo resumindo dados de estudos anteriores que compararam sistemas biodinâmicos e sistemas de produção convencional em relação à qualidade do solo e da rentabilidade, relata que esses estudos têm demonstrado que os sistemas de agricultura biodinâmica geralmente têm melhor qualidade do solo, menor rendimento das culturas, e iguais ou maiores retornos líquidos por hectare do que suas contrapartes convencionais. Dois estudos, que incluíram tratamentos de manejo orgânico com e sem os preparados biodinâmicos, mostraram que os preparados melhoraram as propriedades biológicas do solo e o crescimento radicular da cultura. Alerta, no entanto, sobre a necessidade de mais estudos a respeito.

Quanto ao uso de *Embiotic*® (microorganismos eficientes), não foram encontrados trabalhos realizados em campo referentes à sua ação sobre a macrofauna edáfica.

Deve-se considerar que a implantação da pastagem, o sistema de pastoreio e os tratamentos aplicados no presente estudo possuíam apenas três anos e, provavelmente, na época de amostragem, a macrofauna do solo se encontrava em fase de colonização. Dessa forma, ainda em médio prazo, esperam-se mudanças em variáveis como densidade, riqueza e equitabilidade e, também, em relação

aos grupos funcionais. Sugere-se, pelos resultados do trabalho, a continuidade das avaliações para a comprovação da evolução do desenvolvimento dinâmico da vida do solo.

5 CONCLUSÕES

1 - A densidade total de organismos da macrofauna invertebrada edáfica não foi afetada pelos tratamentos utilizados – Biodinâmico e *Embiotic*®. Houve correlação dos tratamentos com a densidade de grupos de determinados organismos da macrofauna; a densidade relativa dos invertebrados variou com a época estudada.

2 - Os grupos taxonômicos mais abundantes, em ordem decrescente de densidade relativa, foram formigas, cupins, coleópteros, minhocas e enquitreídeos; sendo o verão favorável às minhocas e o inverno às formigas e enquitreídeos e a densidade variável para os demais grupos em função da época e tratamento. Foram encontrados diferentes grupos funcionais: saprófagos, predadores, decompositores, geófagos, com destaque para os coleópteros da tribo *Osoriinae*, que apareceram em grande densidade.

3 - O período de inverno apresentou maior densidade e maior riqueza em relação às outras épocas em todos os tratamentos estudados. A diferença em apenas um dos quatro períodos avaliados entre os tratamentos Biodinâmico e *Embiotic*® e o tratamento Testemunha está associada ao pequeno período de ação dos mesmos e às excelentes condições de fertilidade do solo e à uniformidade da pastagem.

4 - A distribuição vertical da amostra, em todos os tratamentos, exerceu influência significativa na densidade da macrofauna edáfica em pastagem, sendo que a camada de 0 – 0,10 cm concentrou a maior densidade

5 - O sistema de pastoreio rotativo orgânico, associado a pastagens com materiais de clima temperado e tropicais, permite boa e crescente densidade e riqueza da macrofauna do solo, após três anos de manejo. Como o ambiente ainda se encontra em fase de colonização, são esperadas mudanças nas variáveis estudadas ao longo dos anos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, H. C.; ALMEIDA, D.; ALVES, M. V.; SCHNEIDER, J.; MAFRA, Á. L. e BERTOL, I. Propriedades químicas e fauna do solo influenciadas pela calagem em sistema de semeadura direta. **Ciência Rural**, v. 37, p. 1462-1465, 2007.
- ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 592p., 2002.
- ANDERSEN, A.; BENJAMIN, D. H.; MÜLLER, W.; GRIFFITHS, A. D. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses, **Journal of Applied Ecology**, v. 39, p. 8-17, 2002.
- ANDERSON, J. D.; INGRAM, J. S. I. **Tropical soil biology and fertility**: a handbook of methods, 2 ed. Wallingford, UK: CAB International, 1993, 171 p.
- AQUINO, A. M. de. Fauna do solo e sua inserção na regulação funcional do agroecossistema. In: AQUINO A. M. de; ASSIS, L. R. (ed.). **Processos biológicos no sistema solo-planta**: ferramentas para uma agricultura sustentável. [S.l.: s.n.], 2005. p. 47-75, apud PIMENTEL, M. S. *et al.* Atributos biológicos do solo sob manejo orgânico de cafeeiro, pastagem e floresta em região do médio Paraíba fluminense-RJ. **Coffee Science**, v.1, p.85-93, 2006.
- AQUINO, A. M. de; CORREIA, M. E. F. **Documento 201**: invertebrados edáficos e o seu papel nos processos do solo. Seropédica, Embrapa Agrobiologia, 2005.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 12 ed. Washington, 1975.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; BERTOL, I.; ALVES, M. V.; MANFOI, A. F. M.; BARETTA, C. R. D. M. Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense, **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages v. 5, n. 2, p. 108-117, 2006.
- BARROS, E.; PASHANASI, B.; CONSTANTINO, R.; LAVELLE, P. Effects of land use system on the soil macrofauna in Western Brazilian Amazônia, **Biology and Fertility of Soils**, v. 35, p. 338-347, 2002.
- BARTZ, M. L. C.; BROWN, G. G.; PASINI, A.; FERNANDES, J. de O.; CUMI, P.; DORIOZ, J.; RALISCH, R. Earthworm communities in organic and conventional coffee cultivation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p. 928-933, 2009.
- BENITO, N. P.; BROSSARD, M.; PASINI, A.; GUIMARÃES, M. F.; BOBILLIER, B. Transformations of soil macroinvertebrate populations after native vegetation conversion to pasture cultivation (Brazilian Cerrado), **European Journal of Soil Biology**, v. 40, p.147-154, 2004.
- BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R. Caracteres texturais dos sedimentos da Bacia de Curitiba, **Boletim da Universidade Federal do Paraná**, Instituto de Geologia, Curitiba (7), 1962.
- BOGGS, L. C.; KENNEDY, A. C.; REGANOLD, J. P. Organic and Biodynamic Management: Effects on Soil Biology, **Soil Science Society of America Journal**, v. 64, p. 1651-1659, 2000.
- BORROR, D. J.; TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. **An Introduction to the Study of Insects**. 6 ed. Harcourt Brace College Publishers. Fort Worth, 1992. 875p.

BRIGANTE, J.; PASINI, A.; FOGO, J. C.; PRIMAVESI, O.; GUIMARÃES, M. F.; BROSSARD, M. Impacto de um sistema de pastagem tropical sobre a macrofauna de invertebrados do solo. EMBRAPA-CNPDIA/ São Carlos. Disponível em: <http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/divers1/010025723-11.pdf> Acesso em 23 abr. 2010.

BROWN, G. G.; Diversidade e função da macrofauna no sistema edáfico agrícola. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, Londrina. **Anais...**, Londrina, SBSCS, 2001, p. 56 (palestra 23).

BROWN, G. G.; MORENO, A. G.; BAROIS, I.; FRAGOSO, C.; ROJAS, P.; HERNÁNDEZ, B.; PATRÓN, J. C. Soil macrofauna in SE Mexican pastures and the effect of conversion from native to introduced pastures, **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 103, p. 313-327, 2004.

BROWN, G. G.; FRAGOSO, C.; BAROIS, I.; ROJAS, P.; PATRÓN, J. C.; BUENO, J.; MORENO, A. G.; LAVELLE, P.; ORDAZ, V.; RODRÍGUEZ, C. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos, **Acta Zoologica Mexicana**, v. 1, p. 79-110, 2001.

CANTO, A. C.; Alterações da mesofauna do solo causadas pelo uso de cobertura com plantas leguminosas na Amazônia Central, **Revista Ciências Agrárias**, v. 4, n. 5, p. 79-94, 1996.

CASTOLDI, G.; COSTA, M.S.S.de M.; COSTA, L. M.; PIVETTA, L.; MARINI, D. SOUZA, J. de; GOBBI, F. **Avaliação do uso do preparado biodinâmico 500 na produção de mudas de repolho**. Revista Brasileira de Agroecologia, 2007

CHAN, K.Y. An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity – implications for functioning in soils, **Soil & Tillage Research**, v. 57, p. 179-191, 2001.

COLE, L.; MARK, A. B.; SHAW, P. J. A.; BARDGETT, R. D. The abundance, richness and functional role of soil meso and macrofauna in temperate grassland: a case study, **Applied Soil Ecology** v.33, p. 186-198, 2006.

CORREIA, M. E. F. **Potencial de utilização dos atributos das comunidades de fauna do solo e de grupos chave de invertebrados como bioindicadores do manejo de ecossistemas**. Seropédica, Embrapa Agrobiologia, 2002. 23 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 157).

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. de. **Fauna de solo: aspectos gerais e metodológicos**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, fev. 2000. 46 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 112).

CURSO INTERNACIONAL DE TAXONOMIA DE MINHOCAS, 2009, Curitiba, PR, Embrapa Florestas – Universidade Positivo, 2009. Não paginado.

DAROLT, M. R. **Agricultura orgânica: inventando o futuro**. Londrina: IAPAR, 2002. 249 p.

DECAËNS; T.; DUTOIT, T.; ALARD, D.; LAVELLE, P. Factors influencing soil macrofaunal communities in post-pastoral successions of western France, **Applied Soil Ecology**, v. 9, p. 361-367, 1998.

DIAS, F. P.; SOUTO, S. M.; CORREIA, M. E. F.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; KHALIL, M. R.; FRANCO, A. A. Efeito de leguminosas arbóreas sobre a macrofauna do solo em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Revista Agropecuária Tropical**, v.37(1), p. 38-44, Goiânia, GO, 2007.

DIAS, P. F.; SOUTO, M. S.; CORREIA, M. E. F.; RODRIGUES, K. M.; FRANCO, A. A. Árvores fixadoras de nitrogênio e macrofauna do solo em pastagem de híbrido de Digitaria, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 1015-1021, jun. 2006.

FORNARI, E. **Manual Prático de Agroecologia**. Aquariana Editora, São Paulo, 2002, 240 p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D. ; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; PELLEGRINI, J. B. R.; BRUNETTO, G.; SAGGIN, A.; FLORES, J. P. C. Influência da adubação fosfatada e da introdução de espécies forrageiras de inverno na oferta de forragem de pastagem natural, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 35, n. 8, p. 1663-1668, 2000.

GIRACCA, E. M. N.; ANTONIOLLI, Z. I.; ELTZ, F. L. F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, S. F.; VENTURINI, E. F.; BENEDETTI, T. Influência da aplicação de calcário na população da meso e macrofauna do solo sob sistema plantio direto, **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.1794-1801, 2008.

GIRACCA, E. M. N.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, R. B.; STEFFEN, G. P. K.; SCHIRMER, G. K.; ELTZ, F. L. F. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudo/RS, **Revista Brasileira Agrociência**, v. 9, n. 3, p. 257-261, jul-set, 2003.

HERMINIO, D. B. C. **Preparados Biodinâmicos**. Apostila do Curso de Especialização de Agricultura Biológico-Dinâmica, UNIUBE – Instituto ELO, 2000.

HIGA, T.; PARR, J. F. Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. Atami International Nature Farming Research Center, 1994. 16p.

IAPAR – INSTITUTO DE PESQUISA DO PARANÁ, CARTAS CLIMÁTICAS, versão 2000. Disponível em <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>> Acesso em 10 mai. 2010.

JONES, C.G. Organisms as ecosystem engineers, **Oikos**, v.69, p.373-386, 1994.

JOUQUET, P.; DAUBER, J.; LAGERLÖF, J.; LAVELLE, P.; LEPAGE, M. Soil invertebrates as ecosystem engineers: Intended and accidental effects on soil and feedback loops, **Applied Soil Ecology**, v.32, p.153-164, 2006.

KHATOUNIAN, C. A. A reconstrução ecológica da agricultura, **Revista Agroecológica**, 348, p. 34-40, Botucatu, 2001.

LAOSSI, K-R.; BAROT, S.; CARVALHO, D.; DESJARDINS, T.; LAVELLE, P.; MARTINS, M.; MITJA, D.; RENDEIRO, A. C.; ROUSSOU, G.; SERRAZIN, M.; VELASQUEZ, E.; GIMALDI, D. Effects of plant diversity on plant biomass production and soil macrofauna in Amazonian Pastures, **Pedobiologia**, v. 51, 5-6, p. 397-407, abr. 2008.

LAVELLE, P. Earthworm activities and the soil system, **Biology and Fertility of Soils**, v. 6, p. 237-251, 1988.

LAVELLE, P.; BIGNEL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V.; ROGER, P.; INESON, P.; HEAL, O.W.; DHILLION, S.. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers, **European Journal Soil Biology**, v. 33, p. 159-193, 1997.

LAVELLE, P.; SPAIN, A. V. **Soil ecology**. Dordrecht: Kluwe Academic Pub., 2001. 654p.

LEBENDIGE, E. **DOK**: um estudo a longo prazo. 2000. Disponível em: <www.planetaorganico.com.br/trabalhos.htm> Acesso em: 8 mai. 2008.

LEE, K. E. **Earthworms their ecology and relationships with soils and land use**. Canberra, Academic, 1985. 411p.

LIMA, H. V de L. OLIVEIRA, T. S.; OLIVEIRA, M. M.; MENDONÇA, E. S. M.; LIMA, P. J. B. F. Indicadores de qualidade do solo em sistema de cultivo orgânico e convencional no semiárido cearense, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1085-1098, 2007.

MANDO, A. BRUSSAARD, L.; STROOSNIJDER, L.; BROWN, G. G. Managing termites and organic resources to improve soil productivity in the Sahel. In: INTERNATIONAL TECHNICAL WORKSHOP ON BIOLOGICAL MANGEMENT OF SOIL ECOSYSTEMS FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE, Londrina: Embrapa Soybean: FAO, 2002. p.191-203 (Embrapa Soja. Documentos, 182).

MARCHÃO, L. R.; VILELA, L.; BENITO, N. P.; SANTOS, B. D. Macrofauna edáfica sob diferentes sistemas de manejo num solo neossolo quartzarênico do cerrado do oeste baiano. IX SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, Brasília, DF, 2008. Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais: **Anais...** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 1 CD-ROM.

MARTÍNEZ, M. A.; SÁNCHEZ, J. A. Comunidades de lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta) en un bosque siempre verde y un pastizal de Sierra del Rosario. **Caribbean Journal of Science**, Mayaguez, v. 36, p. 94-103, n 1-2, University of Puerto Rico, 2002.

MELO, F. V. de; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N.C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W. DE; ZANETTI, R. A *et al.* A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como biondicadores. **Boletim Informativo da SBCS**, jan.-abr. 2009. Disponível em <<http://sbc.solos.ufv.br/solos/boletins/biologia%20macrofauna.pdf>> Acesso em: 15 mar. 2010.

MENEZES, C. E. G.; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N. C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W. de; ZANETTI, R. Macrofauna edáfica em estágios sucessionais de floresta estacional semidecidual e pastagem mista em Pinheiras (RJ), **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 33, p. 1647-1656, 2009.

MERLIM, A. O.; GUERRA, J. G. M.; JUNQUEIRA, R. M.; AQUINO, A. M. Soil macrofauna in cover crops of figs grown under organic management. **Scientia Agricola**, v. 62, p. 57-61, 2005.

MITSUIKI, C. **Efeito de sistema de preparo de solo e do uso de microrganismos eficazes nas propriedades físicas do solo, produtividade e qualidade de batata**. Piracicaba, 2006. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.555-564, 2005.

MORAES, A.; MONTEIRO, L. G.; DEWULF, A.; BANDEIRA, A.; RIOS, E. M.; KOELHER, H. S.; SILVA, H. A.; JANSSEN, H. P.; CARVALHO, P. C. F.; MEDRADO, R. D.; GUIMARÃES, V. D. A. **Produção de leite em sistemas integrados de agricultura-pecuária**. Informação Técnica, 75. Curitiba: Emater, 2008. 88p.

NAVARRETE, J. L.; NEWTON, A. F.; THAYER, M. K.; ASHE, J. S.; CHANDLER, D. S. **2002 Guia ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México**. Guadalajara: Universidad de Guadalajara y CONABIO, 2002. 401p.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1983. 434p.

PASINI, A; FONSECA, I.C.B.; BROSSARD, M.; GUIMARÃES, M.F.; Macrofauna de invertebrados do solo em pastagens no cerrado de Uberlândia (MG). Disponível em http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/divers1/010025723-13.pdf> Acesso em: 8 maio 2010.

PASQUALIN, L. A. **Influência da vinhaça e método de colheita sobre macrofauna edáfica na cultura da cana-de-açúcar**. Curitiba, 2009. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná. 78p.

PIMENTEL, M. S.; AQUINO, A. M. de; CORREIA, M. E. F.; COSTA, J. R.; RICCI, M. dos S. F.; DE POLLI, H. Atributos biológicos do solo sob manejo orgânico de cafeeiro, pastagem e floresta em região do médio Paraíba fluminense – RJ, **Coffee Science**, v.1, p. 85-93, 2006.

PINHEIRO MACHADO, L. C. **Pastoreio racional Voisin**: tecnologia agroecológica para o terceiro milênio. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2004. 310 p.

REGANOLD, J.P., **Soil quality and profitability of biodynamic and conventional farming systems: A review**. American Journal of Alternative Agriculture, Cambridge University Press v.10, p.36-45, 1995

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2009 R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0 Disponível em: <<http://www.R-project.org>> Acesso em: 12 dez. 2009.

RÖMBKE, J; SCHMIDT, P.; HÖFER, H. The earthworm fauna regenerating forests and anthropogenic habitats in the coastal region of Paraná, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n.8, p. 1040-1049, 2009.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R. L.; BECQUER, T.; BALBINO, L. C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 115-122, jan. 2008.

SILVA, H. A.; KOEHLER, H. S.; MORAES, A.; GUIMARÃES, V. A.; HACK, E.; CARVALHO, P. C. G. Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos Campos Gerais – Paraná, **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, 2008.

SILVA, R. F.; AQUINO, A. M. de; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. de F. Macrofauna invertebrada do solo em sistema integrado de produção agropecuária no Cerrado, **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, supl. 30: p.725-731, 2008.

SILVA, R. F. AQUINO, M. A. de; MERCANTE, F.M.; GUIMARÃES, M.de F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,v. 41, p.697-704, 2006.

SILVA, R. F. da; AQUINO, A. M. de; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. de F. Populações de oligoquetos (Annelida: Oligochaeta) em um latossolo vermelho submetido a sistemas de uso do solo, **Ciência Rural**, Santa Maria, vol. 36, n. 2, 2006.

SOARES, A. B.; MEZZALIRA, J. C.; BUENO, E. A. C; ZOTTI, C. F.; TIRELLI, L. A.; MARCENIUK, L. C. L. V; ADAMI, P. F.; SARTOR, L. R. Efeitos de diferentes intensidades de pastejo em pastagem nativa melhorada sobre o desempenho animal, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, vol. 35, n. 1, 2006.

TANCK, B. C. B. SANTOS, H. R. ; DIONISIO, J.A.; . Influência de diferentes sistemas de uso e manejo dos solos sobre a flutuação populacional de Oligochaeta edáfico *Amyntas* spp, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 409-415, 2000.

VAN SOEST, P. J. The use of detergent in the analysis of fibrous feeds; II. A rapid method for the determination fiber and lignin, **Journal of the Association of Official Agricultural Chemists**, Washington,v. 46, p. 829-835, 1963.

VAN VLIET, P. C. J.; BEARE, M.H.; COLEMAN, D.C. Population dynamics and functional roles of Enchytraeidae (Oligochaeta) in hardwood forest and agricultural ecosystems. **Plant and Soil**, v.170, p.199-207, 1995, apud: SILVA, R. F. *et al.* Populações de oligoquetos (Annelida: Oligochaeta) em um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de uso do solo, **Ciência Rural**, Santa Maria, vol. 36, n.2, 2006.

VICENTINI, L.S.; CARVALHO, K.; RICHTER, A.S.; Utilização de Microorganismos Eficazes no preparo da compostagem, **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, 2009

ZERBINO, S.; ALTIER, N.; MORÓN, A.; RODRIGUES, C. Evaluación de la macrofauna del suelo en sistemas de producción em siembra directa y con pastoreo, **Agrociência**, v. 12, n.1, p. 44-55, 2008.

ANEXO

ANEXO 1 - PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA NOS 15 DIAS QUE ANTECEDERAM AS COLETAS, EM CADA ÉPOCA AMOSTRADA – Primeira Coleta: primavera; segunda coleta: verão; terceira coleta: outono; quarta coleta: inverno.

